

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 13.03.2023 12:00:58  
Уникальный программный ключ:  
c6d909c49c1d2034fa3a0156c4eaa7773a7a2

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Медицинская физика и биоинформатика

### Актуальные проблемы физико-химической биологии и биотехнологии

#### Цель дисциплины:

дать студентам наиболее важные представления об актуальных вызовах в области физико-химической биологии и биотехнологии.

#### Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний о закономерностях взаимосвязи между структурой и функцией белков, пептидов, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов и других биологически активных соединений;
- формирование у студентов основных навыков презентации научной работы перед экспертной аудиторией.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- актуальные задачи, стоящие перед физико-химической биологией и биотехнологией;
- основные приемы подачи научной информации;
- основные понятия физико-химической биологии и биотехнологии.

##### уметь:

- грамотно презентовать результаты научной деятельности перед аудиторией;
- оформлять научную работу в виде презентации, стендового сообщения или реферата.

##### владеть:

- навыками презентации научных данных перед аудиторией экспертов в данной области;
- навыками быстро усвоения информации из научного доклада.

#### Темы и разделы курса:

## 1. Биотехнологии и биологическая эволюция

Самопроизвольная эволюция и проблемы сохранности биотехнологически ценного материала. Стратегии направленной эволюции *in vitro*. Методы диверсификации: химическая рандомизация, случайный мутагенез, склонные к ошибкам ДНК-полимеразы, направленная рекомбинация.

## 2. Молекулярная селекция и направленная эволюция в биотехнологии

Методы селекции *in vitro*: Эволюция дназимов и рибозимов *in vitro*. Рациональный дизайн как дополнительный этап получения молекул с желаемыми свойствами. Использование рекомбинантных антител в медицине.

## 3. Современные медицинские технологии и эволюция человека

Современные медицинские технологии и эволюция человека. Распространенность основных генетических заболеваний. Методы детекции наследственных заболеваний. Хромосомные aberrации и выкидыши – эволюционное значение, проблемы диагностики болезни Дауна. Гаметный отбор. Значение генетического многообразия и возможное влияние новейших биомедицинских технологий на эволюцию человека.

## 4. Проблемы технологий долголетия

Экспериментальные модели для изучения старения. Теория программируемой смерти, гипотеза фенотоза. Некоторые изученные механизмы старения: предел клеточного деления, роль активных форм кислорода. Долгоживущие мутанты. Влияние продолжительности жизни на приспособленность.

## 5. От пространственной структуры белка к его функциям.

Вторичная структура белка.

Физико-химические основы формирования вторичной структуры белка; типы канонической и неканонической вторичной структуры: строение, стабилизирующие взаимодействия, частота встречаемости, способы схематического изображения; карты Рамачандрана, топологические диаграммы.

## 6. От вторичной к третичной структуре белка

Физико-химические основы формирования третичной структуры. Часто встречаемые типы укладки и мотивы пространственной организации белков.  $\beta$ -Структурные мотивы.  $\alpha$ -Спиральные мотивы  $Ca^{2+}$ -связывающий мотив, укладка Россмана, лейцин-богатый мотив. Пространственная структура пептидов: роль дисульфидных связей, наиболее распространенные структурные типы.

## 7. Третичная структура белка и доменная организация белков

Водорастворимые глобулярные, фибриллярные и мембранные белки. Структурные классы доменов:  $\alpha$ -спиральные,  $\beta$ -структурные,  $\alpha/\beta$ -,  $\alpha+\beta$ -домены.  $\alpha$ -Спиральные белки: глобины, циклины, гистоны,  $\text{Ca}^{2+}$ -связывающие белки.  $\beta$ - и  $\alpha/\beta$ - структурные белки. Четвертичная структура белка. Белковые комплексы. Аллостерия.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Аналитическая геометрия**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление слушателей с основами аналитической геометрии и подготовка к изучению других математических курсов – дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, уравнений математической физики, функционального анализа, аналитической механики, теоретической физики, методов оптимального управления и др.

#### **Задачи дисциплины:**

- Приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области векторной алгебры, матричной алгебры;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов аналитической в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Определение вектора и операций с векторами (скалярное, векторное и смешанное произведение), их свойства и формулы, связанные с этими операциями;
- уравнения прямых линий, плоскостей, линий и поверхностей второго порядка;
- свойства линий и поверхностей второго порядка;
- свойства аффинных и ортогональных преобразований плоскости.

##### **уметь:**

- Применять векторную алгебру к решению геометрических и физических задач;
- решать геометрические задачи методом координат, применять линейные преобразования к решению геометрических задач;
- производить матричные вычисления, находить обратную матрицу, вычислять детерминанты.

**владеть:**

- Общими понятиями и определениями, связанными с векторами: линейная независимость, базис, ориентация плоскости и пространства;
- ортогональной и аффинной классификацией линий и поверхностей второго порядка.

**Темы и разделы курса:****1. Векторная алгебра**

1.1. Понятие о линейных пространствах и их основных свойствах. Матрицы. Операции сложения и умножения матриц на числа. Определители квадратных матриц 2-го и 3-го порядков.

1.2. Направленные отрезки и действия над ними. Операции сложения направленных отрезков и умножения их на числа. Их свойства. Векторное пространство. Коммутативность, ассоциативность и дистрибутивность операций с векторами.

1.3. Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов. Базис, координаты векторов в базисе. Координатное представление векторов. Операции с векторами в координатном представлении. Изменение координат вектора при замене базиса. Необходимое и достаточное условие линейной зависимости векторов в координатной форме.

1.4. Ортогональные проекции векторов и их свойства. Скалярное произведение, его свойства, выражение в координатах. Формулы для определения расстояния между двумя точками и угла между двумя направлениями.

1.5. Ориентированные тройки векторов. Векторное произведение, его свойства, выражение в ортонормированном базисе. Геометрический смысл векторного произведения. Взаимный базис. Выражение векторного произведения в произвольном базисе.

1.6. Смешанное произведение векторов, его свойства, выражение в произвольном и ортонормированном базисах. Геометрический смысл смешанного произведения. Условия коллинеарности и компланарности векторов. Формула двойного векторного произведения. Вывод формулы двойного векторного произведения.

**2. Метод координат**

2.1. Общая декартова и прямоугольная системы координат. Изменение координат точки при замене системы координат. Матрица перехода и ее свойства. Формулы перехода между прямоугольными системами координат на плоскости. Полярная, цилиндрическая и сферическая системы координат. Формулы перехода между ними и прямоугольной системой координат.

**3. Прямая и плоскость**

3.1. Прямая на плоскости и в пространстве. Векторные и координатные способы задания прямой на плоскости и в пространстве. Плоскость в пространстве. Способы задания плоскости в пространстве. Позиционные и метрические задачи о прямых и плоскостях в

пространстве. Перевод одной формы описания прямых и плоскостей в пространстве в другую форму. Пучок прямых. Пучок и связка плоскостей. Линейные неравенства.

#### 4. Линии и поверхности второго порядка

4.1. Координатное задание линий на плоскости, поверхностей в пространстве. Алгебраические линии и поверхности. Инвариантность порядка алгебраических линий на плоскости при замене декартовой системы координат. Координатное задание линий в пространстве. Инвариантность порядка алгебраических линий и поверхностей в пространстве при замене декартовой системы координат. Координатное задание фигур на плоскости и тел в пространстве.

4.2. Алгебраические линии 2-го порядка на плоскости. Их ортогональная классификация. Приведение уравнения линии 2-го порядка к каноническому виду. Центральные линии. Сопряженные диаметры. Асимптотические направления. Инварианты.

4.3. Эллипс, гипербола и парабола. Их свойства. Касательные к эллипсу, гиперболе и параболе. Уравнение эллипса, гиперболы и параболы в полярной системе координат.

4.4. Эллипсоиды, гиперболоиды и параболоиды. Их основные свойства. Прямолинейные образующие. Цилиндры и конусы. Поверхности вращения. Классификация и канонические уравнения алгебраических поверхностей 2-го порядка.

#### 5. Преобразования плоскости

5.1. Отображения и преобразования плоскости. Композиция (произведение) отображений. Обратное отображение. Взаимно однозначное отображение. Линейные преобразования плоскости и их свойства. Координатное представление линейных преобразований плоскости.

5.2. Аффинные преобразования и их геометрические свойства. Главные направления аффинного преобразования и их нахождение. Геометрический смысл модуля и знака определителя матрицы аффинного преобразования. Аффинная классификация линий 2-го порядка на плоскости.

5.3. Ортогональные преобразования и их свойства. Разложение аффинного преобразования в произведение ортогонального и двух сжатий. Понятие о группе. Группа аффинных преобразований плоскости и ее подгруппы.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Аналитическая механика**

#### **Цель дисциплины:**

Дать студентам знания необходимые для описания различных физических явлений в области приложений специальной теории относительности, релятивистской механики и классической механики, и методы построения соответствующих математических моделей, показать соответствие системы постулатов, положенных в основу теории относительности и классической механики, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной в области её применимости. Дать навыки, позволяющие понять, как адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению, так и её пределы применимости.

#### **Задачи дисциплины:**

- Изучение математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической механики;
- изучение методов решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической механики;
- изучение методов описания систем частиц и тел, в том числе систем взаимодействующих с внешним полем;
- овладение студентами методов релятивистской механики и классической механики для описания свойств различных конкретных физических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Постулаты и принципы специальной теории относительности, релятивистской механики и классической механики, методы описания частиц и тел, а также взаимодействия между ними и с внешними полями;
- основные методы математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической механики: трехмерную тензорную алгебру, векторный анализ и аппарат четырехмерных векторов и тензоров;
- основные методы решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической механики, включая движение частиц во внешнем поле.

**уметь:**

- Пользоваться аппаратом классической механики;
- пользоваться аппаратом трехмерного векторного анализа;
- пользоваться аппаратом трехмерной тензорной алгебры;
- пользоваться аппаратом четырехмерных векторов и тензоров;
- решать кинематические задачи с участием частиц и тел;
- решать задачи о движении частиц в заданном внешнем поле.

**владеть:**

- Основными методами математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической механики;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных как со свойствами систем частиц и тел во внешнем поле.

**Темы и разделы курса:**

1. Законы Ньютона как законы сохранения импульса и момента импульса. Обобщённые координаты. Принцип Даламбера.

Законы Ньютона как законы сохранения импульса и момента импульса.

1а закон Ньютона: существование с.о. в которой свободная частица движется по геодезической (импульс свободной частицы сохраняется).

1б закон Ньютона: геометрия пространства евклидова.

2а закон Ньютона: сила — скорость передачи импульса.

2б закон Ньютона: импульс= $mv$ .

3а закон Ньютона: при парном взаимодействии частиц импульс сохраняется.

3б закон Ньютона: при парном взаимодействии частиц момент импульса сохраняется.

Законы 1а, 2а, 3а универсальны.

Законы 1б, 2б, 3б модифицируются в современной физике.

Приведённая формулировка законов Ньютона демонстрирует удобство формулировки законов физики с использованием законов сохранения и сохраняющихся величин. Нам нужен систематический способ находить такие формулировки и такие величины. Такой способ дают нам различные вариационные принципы теоретической механики.

Как возникли вариационные принципы.

Экстремальные принципы позволяют сжато описать законы для физической системы, причём экстремальная величина может быть записана через разные параметры, в результате



чего мы легко можем переписать законы физики в разных переменных, в частности движение может быть описано с помощью обобщённых координат.

Пример: действие для частицы в потенциале (уравнения Эйлера-Лагранжа, обобщённый импульс, обобщённая сила, энергия).

Пример: релятивистская частица (импульс, энергия).

## 2. Тензоры.

Как работать в произвольных координатах?

Локальные координаты. невырожденные замены. Класс гладкости.

Карта и атлас.

Скаляр. Вектор. Ковектор. Тензор.

Диаграммные обозначения.

Метрика.

## 3. Действие. Лагранжев формализм.

Действие как функционал.

Вариационная производная.

Уравнения Эйлера-Лагранжа.

Обобщённый импульс. Обобщённая сила.

Энергия. Уравнение баланса энергии.

## 4. Неинерциальные системы отсчёта.

Неинерциальные системы отсчёта в классической механике.

Силы инерции.

## 5. Кинематика твёрдого тела. Свободный гироскоп. Вынужденная прецессия.

Кинематика твёрдого тела.

Свободный гироскоп.

Вынужденная прецессия.

## 6. Гамильтонов формализм.

Функция Гамильтона. Преобразование Лежандра.

Уравнения Гамильтона.

Циклические координаты. Законы сохранения для соответствующих импульсов (первое знакомство с теоремой Нётер в тривиальном случае).

Скобка Пуассона.

Генераторы преобразований. Гамильтониан, как генератор эволюции.

Канонические преобразования.

7. Геометрия и кинематика СТО в сравнении с ньютоновской механикой.

Пространство-время ньютоновской механики. Геометрия и кинематика.

Преобразования Галилея.

Пространство-время СТО. Геометрия (интервал, скалярное произведение).

Кинематика (4-скорость, 4-ускорение, 4-импульс).

Масса — инвариант (скаляр).

Движение под действием постоянной силы в ньютоновской механике и СТО.

8. Преобразования Лоренца.

Калибровочные (псевдо)окружности. (Псевдо)ортогональность.

Преобразования Лоренца на плоскости Минковского и поворот на евклидовой плоскости.

Матричные экспоненты и генераторы преобразований.

Поворот и преобразование Лоренца общего вида.

Движение частицы во внешнем электромагнитном поле как (псевдо)поворот 4-вектора скорости.

Метрика Минковского в неинерциальных системах отсчёта.

9. Время как координата и энергия как временная компонента импульса.

Время — это то, что измеряется часами.

Время как обобщённая координата.

Переход к рассмотрению времени как координаты (лагранжев формализм).

Расширенный лагранжиан (уравнения Эйлера-Лагранжа, импульсы, энергия).

Вырожденность расширенного лагранжиана (вместо времени произвольный параметр, произвол на одну функцию).

Неоднозначность перехода к гамильтоновому формализму.

Уравнения Гамильтона.

Энергетическая (массовая) поверхность.

10. Релятивистская частица. Взаимодействие с электромагнитным полем.

Действие для частицы, взаимодействующей с электромагнитным полем.

4-мерный потенциал.

Уравнения движения в 3-мерной и 4-мерной записи.

Тензор электромагнитного поля и генераторы группы Лоренца.

11. Канонические и неканонические координаты. Геометрия фазового пространства.  
Уравнение Гамильтона-Якоби.

Канонические и неканонические координаты.

Геометрия фазового пространства.

Скобка Пуассона.

Уравнение Гамильтона-Якоби.

12. Теорема Нётер и законы сохранения.

Симметрии динамических систем.

Группы симметрий.

Теорема Нётер.

Интегралы движения.

Циклические координаты.

13. Ньютоновская механика как предельный случай СТО.

Ньютоновская механика как предельный случай СТО.

Переход к нерелятивистскому пределу.

Энергия импульс в нерелятивистском пределе.

Система центра масс.

14. Контрольные работы и сдачи заданий.

Контрольные работы и сдачи заданий.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Английский язык для академических целей**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование и развитие межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции на уровне A1/C1 по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также развития профессиональных и личностных качеств выпускников бакалавриата.

#### **Задачи дисциплины:**

- лингвистическая компетенция: способность понимать речь других людей и выражать собственные мысли на основе знаний системы языка;
- социокультурная компетенция: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка;
- социальная компетенция: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями;
- дискурсивная компетенция: знание правил построения устных и письменных сообщений-дискурсов, умение строить такие сообщения и понимать их смысл в речи других людей;
- стратегическая компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач;
- предметная компетенция: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей;
- компенсаторная компетенция: умение преодолевать коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;
- прагматическая компетенция; умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции англоязычных стран;

- достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни англоязычных стран;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности английского языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи;
- базовые характеристики языка конкретного направления профессиональной подготовки.

**уметь:**

- порождать адекватные, в условиях конкретной ситуации общения, устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в системах родного и английского языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры.

**владеть:**

- межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне B2/C1;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для сообщения информации.

**Темы и разделы курса:**

1. Society. Community Service

Study skills: Managing work and study.

Vocabulary: Practice and use verb and noun collocations. Grammar: Use discourse markers for adding reasons or details. Speaking: Notice and practice weak forms. Analyze and evaluate which charity to donate to.

## 2. Business. Starting on the Path to Success

Reading: read texts to identify examples, reasons, and explanations. Look for signposting to help you identify main ideas and text organization. Vocabulary: practice and use business verbs. Grammar: use modals of obligation and necessity. Writing: practice writing scientific essay introductions. Choose the appropriate scientific title, prepare, write and edit an introduction to a scientific essay.

## 3. Ecology. Food Waste

Listening: listen for emphasis of main ideas. Predicting. Vocabulary: practice and use phrasal verbs. Grammar: use relative clauses to add further information. Speaking: offer advice and suggestions. Present ways to reduce food waste in your local town (city).

## 4. Trends. Urban Sprawl

Listening: listen for dates and time signals. Vocabulary: practice synonyms and antonyms. Grammar: using past tenses to order historical events. Speaking: ask for clarification and repetition. Present a timeline of your city.

## 5. Skill: Effort or Luck?

Listening: listen for vocabulary in context in order to summarize content. Vocabulary: practice and use prefixes. Grammar: use quantifiers to express approximate quantity in scientific reports. Speaking: use discourse markers in scientific texts to compare and contrast. Brainstorm, prepare and present a talk on your future research.

## 6. Education. Exam Pressure

Listening: listen for how opinions are supported, for cause and effect. Vocabulary: practice and use collocations with get. Grammar: use modals in conditional sentences to give advice. Speaking: use different techniques to explain something, brainstorm and discuss ways to reduce academic pressure.

## 7. Work. Failing to Succeed. Peer Pressure

Reading: use pronoun reference when reading to understand how a text is organized. Identify reasons that explain or support main ideas. Vocabulary: practice and use re-prefixes to describe change. Grammar: use determiners of quantity. Writing: practice describing locations and changes in scientific discourse. Brainstorm, plan, and write a description of a scientific project.

## 8. Sociology. Stress Relief Therapy

Reading: practice deducing the meaning of new words from context. Practice identifying definitions in texts. Vocabulary: practice and use verb and preposition collocations. Grammar: use reported speech. Writing: practice organizing your notes into article paragraphs. Compose, share, and edit two paragraphs on a scientific project.

## 9. Fear of Public Speaking

Listening: listen to recognize organizational phrases, identify problems and solutions. Vocabulary: practice and use suffixes. Grammar: use tenses with adverbs to talk about experiences. Speaking: use key language to manage questions from the floor. Brainstorm, prepare and present a small talk about a problem you have had to solve.

## 10. Factual Story. Elements of the Plot

Listening: listen to identify the order of events. Listen for details to add to a diagram. Vocabulary: practice and use descriptive adjectives. Grammar: use modals in conditional sentences. Speaking: use words to express your attitude to something. Prepare and tell a factual story you know.

### 11. Environment. Solar Power

Listening: listen to recognize pros and cons of an argument. Listen to presenter interact with an audience. Vocabulary: practice and use word families related to the environment. Grammar: use modal passives to describe processes and actions. Speaking: use different techniques to interact with a presenter. Present a scientific poster.

### 12. Technology. Smart Eye Exam

Reading: practice taking notes in your own words when reading. Form research questions to focus your reading. Vocabulary: practice and use phrases for hedging and boosting. Grammar: use present and past perfect participles. Writing: practice proofreading and editing your writing. Plan, write, and edit a cover letter to an editor of a scientific journal.

### 13. A Book Report. Literary Studies

Reading: annotating text. Vocabulary: prefixes -un and -in. Grammar: intensifiers+ comparative combinations. Writing: a proposal. Evaluating and selecting online sources.

### 14. Work Space. Job Satisfaction

Listening: listen for reasons and contrasts. Vocabulary: practice and use words to give opinions. Grammar: defining and non-defining relative clauses. Speaking: chunking a presentation. Turn-taking.

### 15. Designing Solutions

Reading: previewing, identifying the main idea. Vocabulary: choosing the right word form. Grammar: clause joining with subordinates. Writing: paragraph structure, plagiarism



## 16. Neuroscience. Is Your Memory Online?

Reading: skimming, understanding vocabulary from context. Vocabulary: idiomatic expressions. Grammar: adverb clauses of reason and purpose. Writing: summarizing, a summary and a response paragraph .

## 17. The Power of the Written Word

Reading: practice distinguishing between facts and assumptions, identify bridge sentences to better understand text organization. Vocabulary: descriptive adjectives. Grammar: adverbs as stance markers. Writing: using sentence variety, paraphrasing.

## 18. How Does the Brain Multitask?

Reading: making inferences, using a graphic organizer to take notes. Vocabulary: collocations noun+verb. Grammar: passive modals: advice, ability and possibility. Writing: thesis statements, persuasive essay.

## 19. Making a Difference

Reading: recognising the writer's attitude and bias, reading statistical data. Vocabulary: words with Greek and Latin origins. Grammar: cleft sentences. Writing: using similies and metaphors, a descriptive anecdote.

## 20. Career Trends. Global Graduates

Reading: distinguishing fact from opinion. Vocabulary: negative prefixes. Grammar: object noun clauses with that. Writing: effective hooks.

## 21. The Craft of Research Publications

Лекция: Starting Point. Research Questions. Formulating a Hypothesis.

Исследовательский вопрос и научная гипотеза.

Практическое занятие. Изучение оригинальных англоязычных статей по тематике лекционного занятия. Разбор вопросов слушателей.

Самостоятельная работа. Выполнение тестовых заданий. Чтение дополнительной литературы и просмотр дополнительных видеоматериалов (см. список литературы).

## 22. Mine of Knowledge

Лекция. Reading Literature. Interacting with Texts. Annotated Bibliography.

Специфика написания научных публикаций на основе чтения литературы по теме исследования. Составление аннотированной библиографии.

Практическое занятие. Изучение оригинальных англоязычных статей по тематике лекционного занятия. Разбор вопросов слушателей.

Самостоятельная работа. Выполнение тестовых заданий. Чтение дополнительной литературы и просмотр дополнительных видеоматериалов (см. список литературы).

## 23. Vocabulary-Building Strategies

Лекция. Noun Phrases. Strategic Language Re-Use.

Dealing with New Words

Стратегии формирования профессионального тезауруса. Методика работы с новыми словами.

Практическое занятие. Изучение оригинальных англоязычных статей по тематике лекционного занятия. Разбор вопросов слушателей.

Самостоятельная работа. Выполнение тестовых заданий. Чтение дополнительной литературы и просмотр дополнительных видеоматериалов (см. список литературы).

## 24. Collocation and Corpus Searching

Лекция. Treasure Store. Concordancing. Concept Mapping.

Программные инструменты для извлечения частотной терминологической лексики, специфичной для области исследования.

Практическое занятие. Изучение оригинальных англоязычных статей по тематике лекционного занятия. Разбор вопросов слушателей.

Самостоятельная работа. Выполнение тестовых заданий. Чтение дополнительной литературы и просмотр дополнительных видеоматериалов (см. список литературы).

25. Модуль 1.

26. Модуль 2.

27. Модуль 3.

28. Модуль 4.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Английский язык**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- особенности видов речевой деятельности на английском языке;
- основные фонетические, лексические и грамматические явления и структуры, используемые в устной и письменной речи при общении на английском языке, их отличие от родного языка для аргументированного и логичного построения высказываний, позволяющих использовать изучаемый язык в повседневной, академической, научной, деловой и профессиональной коммуникации;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения и речевого этикета страны изучаемого языка при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- виды коммуникативных намерений, соотношение коммуникативных намерений с замыслом и целью речевой коммуникации, типовые приемы и способы выражения коммуникативных намерений на английском языке в устной и письменной речи, принципы понимания коммуникативных намерений собеседников;
- особенности иноязычной академической коммуникации, приемы извлечения и сообщения иноязычной информации в академических целях;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- специфику использования вербальных и невербальных средств в ситуациях иноязычной коммуникации;
- риторические приемы, используемые в различных видах коммуникативных ситуаций;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- правила использования различных технических средств с целью поиска и извлечения иноязычной информации, основные правила определения релевантности и надежности иноязычных источников, анализа и синтеза информации;
- мировые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни;
- общие формы организации групповой работы; особенности поведения и интересы других участников; основы стратегического планирования работы команды для достижения поставленной цели;

- стандартные типы коммуникативных задач, цели и задачи деловых переговоров, социокультурные особенности ведения деловых переговоров, коммуникативно-прагматические и жанровые особенности переговоров;
- основные виды, универсальные правила, нормы официальных и деловых документов, особенности их стиля и оформления деловой переписки;
- базовую лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения.

**уметь:**

- понимать и использовать языковые средства во всех видах речевой деятельности на английском языке;
- вести на английском языке в различных сферах общения: обиходно-бытовых, социально-культурных, общественно-политических, профессиональных;
- соблюдать речевой этикет в ситуациях повседневного и делового общения (устанавливать и поддерживать контакты, завершать беседу, запрашивать и сообщать информацию, побуждать к действию, выражать согласие/несогласие с мнением собеседника, просьбу);
- устно реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению начинать, вести/поддерживать и заканчивать диалог-расспрос об увиденном, прочитанном, диалог-обмен мнениями и соблюдая нормы речевого этикета, при необходимости используя стратегии восстановления сбоя в процессе коммуникации (переспрос, перефразирование и др.);
- письменно реализовывать коммуникативные намерения (информирование, запрос, просьба, согласие, отказ, извинение, благодарность);
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных англоязычных текстов, в том числе научно-публицистических;
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме;
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- развертывать предложенный тезис в виде иллюстрации, детализации, разъяснения;
- использовать современные информационные технологии для профессиональной деятельности, делового общения и саморазвития;
- передать на русском языке содержание англоязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности;
- подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;

- выбирать речевое поведение, тактики и стратегии в соответствии с целями и особенностями коммуникации;
- осуществлять устное и письменное иноязычное общение в соответствии со своей сферой профессиональной деятельности;
- учитывать особенности поведения и интересы других участников коммуникации, анализировать возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строить продуктивное взаимодействие в коллективе;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения;
- профессионально-ориентированного содержания на английском языке;
- распознавать и дифференцировать языковые и речевые явления, выделять основную и второстепенную информацию при чтении текстов и восприятии речи на слух, использовать типовые средства устной и письменной коммуникации в межличностном общении; применять адекватные коммуникативные средства в стандартных ситуациях общения на профессионально-ориентированные темы;
- пользоваться графическими редакторами, создавать легко воспринимаемые наглядные материалы;
- описать графическую информацию (круговая гистограмма, таблица, столбиковый и линейный графики); написать короткую статью на заданную тему;
- написать саммари, ревью, краткую статью-совет на предложенную тему;
- реферировать и аннотировать иноязычные профессиональные тексты;
- создавать деловую корреспонденцию с учетом социокультурных требований к внешней и внутренней формам текста и использованием типизированных речевых высказываний;
- уметь представлять результаты исследования в письменной и устной форме;
- подбирать литературу по теме, составлять профессионально-ориентированный иноязычный тезаурус;
- выполнять перевод профессиональных текстов с иностранного языка на государственный язык Российской Федерации с учетом лексико-грамматических и стилистических особенностей языка оригинала и языка перевода и стандартных способов решения коммуникативных задач в области профессиональной деятельности;
- применять информационно-коммуникативные технологии в общении и речевой деятельности на иностранном языке;
- уметь выявлять и формулировать проблемы, возникающие в процессе изучения иностранного языка; оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей

**Владеть:**

- межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;

- различными коммуникативными стратегиями: учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- стратегиями восприятия, анализа, создания устных и письменных текстов разных типов;
- интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации; компенсаторными умениями, помогающими преодолеть «сбои» в коммуникации, вызванные объективными и субъективными, социокультурными причинами;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- навыками эффективного взаимодействия с другими участниками коммуникации;
- презентационными технологиями для сообщения информации;
- технологиями командных коммуникаций, позволяющими достигать поставленной задачи
- риторическими техниками;
- различными видами чтения (поисковое, ознакомительное, аналитическое) с целью извлечения информации;
- методом поиска и анализа информации из различных источников в профессиональной области;
- навыками аннотирования и реферирования оригинальных научно-публицистических статей;
- приемами оценки и самооценки результатов деятельности по изучению иностранного языка
- приемами выявления и осознания своих языковых возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования;
- умением понимать речь носителей и не носителей языка в нормальном темпе и адекватно реагировать с учетом культурных норм международного общения;
- навыками публикации результатов научных исследований в научных изданиях на английском языке;
- умением создавать ясные, логичные высказывания монологического и диалогического характера в различных ситуациях бытового и профессионального общения, пользуясь необходимым набором средств коммуникации;
- приемами публичной речи и делового и профессионального дискурса на английском языке.

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Тема 1. Человек



Персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания. Внешность, черты характера, привычки, взгляды на жизнь, умения и способности, потребности и интересы, ценности, идеалы, смысл жизни. Человек в социуме: семья и быт, круг общения.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: сообщать о себе: о внешности, чертах характера, о вредных и полезных привычках, взглядах на жизнь, умениях и способностях, потребностях и интересах, ценностях в жизни, своих идеалах, смысле жизни; задавать вопросы собеседнику по темам; описывать характер человека; сравнивать вещи или предметы; логически строить высказывания по самостоятельно составленному плану о семье, родственниках: имя, возраст, степени родства, профессия; уметь оперировать числами, датами, днями недели, месяцами и пр.

## 2. Тема 2. Прошлое и настоящее

Детство, отрочество и юность. Время и времяпрепровождение. Свободное время. Прошлое и настоящее в физическом, информационном и виртуальном пространствах. Время, как самая большая ценность в жизни человека.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: говорить о событиях прошедшего времени, описывать свое детство, отрочество и юность; рассуждать о времени и его влиянии на жизнь человека, о распределении времени и повседневном распорядке, свободном времени; логически строить высказывания о виртуальной реальности и информационной эпохе, описывать окружающую действительность, рассуждать о явлении «Виртуальный человек» в пространстве информационной культуры.

## 3. Тема 3. Личностный рост

Этапы становления личности. Мои цели, достижения. Мотивация. Отношения с самим собой. Внутренняя гармония. Отношения с окружающим миром. Самопознание. Самореализация. Рефлексия как способ саморазвития. Основные характеристики успешного человека. Успешность личности. Факторы успеха: гены, среда, характер. Преодоление трудностей.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: строить логические высказывания о личностном росте, рассуждать о способах достижения успеха, возможностях развития внутреннего потенциала, жизненных перспективах, смысловом наполнении жизни, формировании ответственности, взятой на себя добровольно; рассказывать о способах самосовершенствования.

## 4. Тема 4. Окружающий мир

Воздействие человека с окружающей средой. Погода и климат. Влияние человека на природу: атмосферу, леса, мировой океан, почву, животный мир. Человек – дитя природы. Современные экологические проблемы.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: строить логические высказывания о живых существах и их взаимодействии с окружающей средой; проблемах загрязнения и охраны окружающей среды, природных и техногенных катастрофах, стихийных бедствиях; положительном и отрицательном влиянии человека на природу и экологию земли; рассуждать о нерушимой связи человека и природы; участвовать в дискуссии о ценностях природных ресурсов, сохранения окружающей среды для будущих поколений.

## 5. Тема 5. Развлечения и хобби

Спорт. Музыка. Чтение. Фотография. Танцы. Кино. Театр. Видеоигры. Коллекционирование. Творчество. Влияние хобби на жизнь человека. Хобби как способ самореализации или пустая трата времени.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: уметь описать свои развлечения и хобби; составлять рецензии на фильм, книгу, спектакль и т.д.; обсудить героев и содержание книги, фильма, мультфильма и т.д.; вести беседу о влиянии хобби на выбор профессии, дать обратную связь на прочитанную книгу, просмотренный фильм, музыку, фотовыставку и т.д.; обсуждать киноиндустрию, музыку, СМИ, выражать свое мнение о влиянии СМИ на общество; строить логические высказывания о влиянии хобби на жизнь человека.

## 6. Тема 6. Мечты и реальность

Что такое мечта. Граница между мечтой и реальностью. Реальность порождает мечту. Мечта, ставшая реальностью. Представление о реальном мире. Мечта или цель. Мечты, планы и реальность. Планы на будущее.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать о разнице между мечтой, планами и целью; рассказывать о своих мечтах; дискуссировать на тему «Как воплотить мечту в реальности», уметь составлять список дел на неделю, месяц и т.д., рассуждать о планах на ближайшее будущее и перспективу.

## 7. Тема 7. Путешествия

Великие путешественники. Посещение различных стран. Новые впечатления и открытия. География путешествий. Туризм и путешествие. Планирование поездки. Транспорт. Гостиницы - бронирование, сервис. Опыт путешествий. Академическая мобильность.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать на тему каникул, отпуска; обсуждать виды путешествий, транспорт, посещение достопримечательностей; делиться новыми впечатлениями, опытом, необычными фактами; описывать географическое положение городов и стран; сравнивать культуру и обычаи разных стран; рассказывать о достопримечательностях; описывать процедуру бронирования гостиниц, хостелов, предлагаемый в них сервис; описывать способы путешествий разными транспортными средствами, передвижение по городу, используя метро, такси, автобусы; кратко рассказать о транспортной системе в своем городе.

## 8. Тема 8. Социальная жизнь

Участие в студенческих клубах или сообществах. Волонтерское движение. Благотворительность. Благоустройство. Участие в молодежных и социальных проектах. Молодежные инициативы. Социальная сознательность.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассказывать о собственной социальной позиции и социальной инициативе; осуществлять поиск необходимой информации по тематике; рассуждать на тему волонтерства и благотворительности, благоустройства города, кампуса и т.д.

## 9. Тема 1. Образование

Роль образования в современном мире. Обучение в ВУЗе. Общество, основанное на знаниях. Образование через всю жизнь. Образование как ценность. Критерии выбора ВУЗа. Профессия будущего.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: суммировать основные идеи статьи о важности образования в современном обществе; сделать выводы о ценности образования на основе статистики; обсудить недостатки и преимущества высшего образования; обсудить плюсы и минусы различных технологий обучения; дискутировать о профессиях будущего и собственном выборе профессии.

#### 10. Тема 2. Креативность и творчество

10 величайших открытий в разных областях науки. Случайные открытия и их роль в науке, экономные инновации, влияние технологий и образования на развитие творческих способностей, исследовательский потенциал. Научное творчество. Креативное мышление. Изобретательство как процесс решения инженерных задач.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассказывать об открытиях и изобретениях, случайных открытиях, и обсуждать их важность, влияние креативности мышления на развитие технологий; обсуждать доступность науки для всех возрастных категорий и возможность добиваться высоких результатов; участвовать в дискуссии на тему важности креативного мышления и творчества в науке, технике и учебном процессе.

#### 11. Тема 3. Старое и новое «Интернет вещей»

Люди и данные. Искусственный интеллект. Области применения технологии «Интернет вещей». Тенденции развития интеграции физического мира в компьютерные системы. Влияние технологии «Интернет вещей» на жизнь человека. Эволюция промышленных интеллектуальных технологий.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: осуществлять поиск информации в Интернет источниках и обмениваться мнениями о применении «Интернет Вещей» на бытовом уровне потребителей; рассказывать и описывать возможности, преимущества и недостатки применения современных интеллектуальных технологий в физическом мире; составлять описательные эссе, эссе-рассуждения по тематике; обсуждать развитие «Интернет вещей» в современном мире интеллектуальных технологий.

#### 12. Тема 4. Жизненные ценности

Ценность жизни. Три основных круга жизненных ценностей: личная жизнь и отношения, работа и бизнес, собственное развитие. Влияние семьи и социума на формирование жизненных ценностей. Индивидуализация ценностей в жизни и самооценочность. Представление о жизненных ценностях как ориентирах в жизни. Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать о ценностных ориентирах в жизни человека, описывать собственное представление о жизненных ценностях, обмениваться мнениями о влиянии окружающей действительности и социума на формирование жизненных ценностей и собственного представле

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Базовая биоинформатика**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам наиболее важные представления о базовых методах биоинформатики, практических навыков анализа данных протеомных и геномных экспериментов для построения системных моделей биологических процессов.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование навыков и опыта анализа данных Омиксных исследований, интерпретации результатов;
- формирование культуры построения алгоритмов обработки биологических и медицинских данных;
- формирование системного взгляда на современные исследования в области системной биологии и трансляционной медицины;
- формирование подхода к организации и проведению системно - биологических исследований ориентированных на получение большого количества данных.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные алгоритмы и подходы к анализу данных геномных экспериментов;
- основы работы с геномными данным;
- подходы к определению достоверности результатов экспериментов;
- методы моделирования сложных биологических систем;
- основные программные и технические средства анализа в биоинформатике.

##### **уметь:**

- анализировать корректность анализа данных;
- интерпретировать подходы и результаты полученные в современных работах по молекулярной биологии и медицине;

- составлять схему анализа данных для био-медицинских экспериментов

**владеть:**

- биоинформатическими подходами к анализу данных.

**Темы и разделы курса:**

1. Задачи биоинформатики

Объект исследования. Понятие референса и сборки de novo. Введение в алгоритмы. Геном как последовательность. Задача поиска мотива. Перестройка генома. Подобие биологических последовательностей. Парное выравнивание последовательностей. Множественное выравнивание последовательностей. Понятие консервативности. Предсказание генов.

Выравнивание геномных последовательностей. Приложения для суффиксных деревьев и суффиксных массивов в биоинформатике. Алгоритм BLAST.

2. Онлайн сервисы и банки данных

Онлайн сервисы для анализа биологических данных. Базы данных, содержащие информацию о строении геномов: BioProject, BioSample, SRA, GenBank, Genome, Nucleotide, Gene, Protein.

Геномные браузеры. Работа с IGV, UCSC, Ensemble, GeneCode. Банки данных генетических вариантов. Проект 1000 геномов, ExAC, GnomAd. Понятия полиморфизм, мутация. База данных dbSNP.

3. Хранение и аннотация генетических вариантов

Аннотация вариантов. WAnnoVar, VEP. Оценка патогенности варианта. База данных OMIM, ClinVar., COSMIC. Работа с PubMed, PMC.

4. Данные в биоинформатике

ChIP-seq, метилирование, CLIP-seq. Особенности и задачи решаемые секвенированием полного генома/экзома.

5. Современная генетика

Вопросы, решаемые современной генетикой. Медицинская генетика. Онкология и генетика.

Функциональный анализ. Проект GENCODE, FANTOM.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Базовый курс по основам иммунологии**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам наиболее важные представления о базовых принципах работы иммунной системы человека в норме и патологии. Сформировать знания о базовых методах биоинформатики, работы с генетическими данными.

#### **Задачи дисциплины:**

- сформировать представление о принципах иммунологического распознавания;
- сформировать представление об основных стадиях иммунного ответа;
- сформировать представление о компонентах врожденного и приобретенного иммунитета;
- сформировать представление о роли иммунной системы в развитии различной патологии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы современной генетики и иммунологии;
- основы работы с геномными данным;
- подходы к определению достоверности результатов экспериментов;
- методы моделирования сложных биологических систем;
- задачи биоинформатики в иммунологии.

##### **уметь:**

- анализировать корректность геномных анализа данных;
- интерпретировать подходы и результаты полученные в современных работах по иммунологии;
- составлять схему анализа данных для биомедицинских экспериментов.

##### **владеть:**

- базовыми знаниями по иммунологии и онкологии;
- основами поиска необходимых иммунологических данных.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Введение в иммунологическую науку и Гемопоз и теория клеточного иммунитета

История иммунологии. Нобелевские премии в области иммунологии. Врожденный и адаптивный иммунитет. Принципы иммунологического распознавания.

#### 2. Врожденный иммунитет и система комплемента

Классификация клеток иммунной системы. Строение первичных лимфоидных органов. Строение вторичных лимфоидных органов. Дендритные клетки как связующее звено между врожденным и адаптивным иммунитетом (часть 1).

#### 3. Адаптивный иммунитет

Дендритные клетки как связующее звено между врожденным и адаптивным иммунитетом (часть 2).

Рецепторы Т клеток. МНСI-презентация. МНСII-презентация. Селекция Т лимфоцитов. Т-регуляторные клетки. Т-клетки памяти.

#### 4. Противоопухолевый иммунитет

Концепция иммунологического надзора. Способность опухоли избегать иммунологического надзора. Роль воспаления в противоопухолевом иммунитете. Иммуноterapia в лечении опухоли.

#### 5. Задачи биоинформатики

Объект исследования. Понятие референса и сборки de novo. Введение в алгоритмы. Геном как последовательность. Задача поиск мотива. Перестройка генома. Подобие биологических последовательностей. Парное выравнивание последовательностей. Множественное выравнивание последовательностей. Понятие консервативности. Предсказание генов.

Выравнивание геновых последовательностей. Приложения для суффиксных деревьев и суффиксных массивов в биоинформатике. Алгоритм BLAST.

#### 6. Онлайн сервисы и банки данных

Онлайн сервисы для анализа биологических данных. Базы данных, содержащие информацию о строении геномов: BioProject, BioSample, SRA, GenBank, Genome, Nucleotide, Gene, Protein.

Геномные браузеры. Работа с IGV, UCSC, Ensemble, GeneCode. Банки данных генетических вариантов. Проект 1000 геномов, ExAC, GnomAd. Понятия полиморфизм, мутация. База данных dbSNP.

#### 7. Хранение и аннотация генетических вариантов

Аннотация вариантов. WAnnotar, VEP. Оценка патогенности варианта. База данных OMIM, ClinVar., COSMIC. Работа с PubMed, PMC.

#### 8. Данные в биоинформатике

ChIP-seq, метилирование, CLIP-seq. Особенности и задачи решаемые секвенированием полного генома/экзома.

#### 9. Современная генетика

Вопросы, решаемые современной генетикой. Медицинская генетика. Онкология и генетика.

Функциональный анализ. Проект GENCODE, FANTOM.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Безопасность жизнедеятельности**

#### **Цель дисциплины:**

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

Цель данной дисциплины также состоит в формировании представлений:

- об устойчивой связи эффективной профессиональной деятельности с требованиями обеспечения безопасности жизнедеятельности;
- о взаимосвязи здоровья человека и качеством окружающей среды, т.ч. санитарно-гигиенических норм;
- об алгоритме поведения в экстремальных и чрезвычайных ситуациях в том числе, о применении различных правовых норм по выявленным фактам коррупционных нарушений;
- о противодействии терроризму и экстремизму.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство студентов с теоретическими основами и практическими вопросами обеспечения безопасности жизнедеятельности;
- освоение студентами подходов и методов системного анализа сложных, комплексных, междисциплинарных проблем, к которым относится обеспечение безопасности жизнедеятельности;
- освоение студентами базовых знаний (понятий, закономерностей, концепций, методов и моделей) в области БЖД;
- развитие у студентов представлений о связях и возможностях использования гуманитарных, социальных, экономических и естественнонаучных, качественных и количественных подходов и методов при анализе и решении задач обеспечения БЖД.
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области БЖД;

- формирование представлений у студентов о связи своей профессиональной деятельности и задач обеспечения БЖД;
- формирование у студентов представлений о значимости личной жизненной позиции и индивидуального поведения для обеспечения индивидуальной и коллективной безопасности, в том числе для обеспечения безопасности социума, включая такой актуальный аспект, как противодействие коррупции, терроризму и экстремизму.

В данном курсе будут рассмотрены различные виды опасностей и угроз, способных нанести неприемлемый ущерб жизненно важным интересам человека и природной среде. Сведения о возможных опасностях и изученные алгоритмы поведения уменьшат вероятность или предотвратят возникновение экстремальных и чрезвычайных ситуаций, обусловленных «человеческим фактором», и уменьшат нежелательные последствия при их наступлении.

Программа курса включает краткий обзор основных правил поддержания индивидуального здоровья (обеспечения здорового образа жизни (ЗОЖ), санитарно-гигиенических требований и правил поведения в нормальных и экстремальных условиях жизнедеятельности. В программе курса также рассмотрены социально-экономические проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности, связанные с вопросами устойчивого развития, включая такую актуальную для России задачу как противодействие коррупции, терроризму и экстремизму.

Реализация полученных знаний поможет слушателям обеспечивать безопасность в быту, в своей профессиональной деятельности, поддерживать работоспособность и здоровье в течение длительного периода.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- естественно-научные и социально-экономические основы обеспечения безопасности жизнедеятельности;
- основы теории рисков, устойчивого развития, экологической, технологической, социально-экономической и медико-демографической безопасности;
- правила поведения в нормальных, экстремальных и чрезвычайных ситуациях и оказания первой помощи при несчастных случаях, авариях, чрезвычайных ситуациях и террористических актах;
- принципы и основы управления технологическими и социальными рисками, прогнозирования, предупреждения, уменьшения и ликвидации последствий несчастных случаев, аварий, чрезвычайных ситуаций и террористических актов;
- государственную политику, государственные структуры и систему мероприятий в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, включая правовые категории, терминологию, современного законодательства в сфере противодействия коррупции, противодействия терроризму и экстремизму.

**уметь:**

- анализировать антропогенную деятельность и её связь с эколого-экономическими проблемами и проблемами обеспечения БЖД;
- находить, анализировать и обобщать информацию по конкретным вопросам, связанным с проблематикой безопасности жизнедеятельности;
- находить и анализировать связь между задачами своей профессиональной деятельности и задачами обеспечения БЖД;
- использовать знания в сфере обеспечения БЖД в быту и в своей профессиональной деятельности
- применять основные методы профилактики предупреждения и защиты производственного персонала и населения от наступления и возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий, террористических актов, а также успешно противодействовать коррупции, терроризму и экстремизму;
- принимать обоснованные управленческие и организационные решения и совершать иные действия в точном соответствии с законом, в том числе, в сфере противодействия коррупции, противодействия терроризму и экстремизму.

**владеть:**

- системным подходом к анализу современных проблем обеспечения БЖД и к вопросам защиты производственного персонала и населения от возможных последствий чрезвычайных ситуаций: аварий, стихийных бедствий, катастроф;
- принципами и основными навыками безопасного поведения в быту и при осуществлении профессиональной деятельности, в частности, при несчастных случаях, авариях, чрезвычайных ситуациях, коррупционных нарушениях и террористических актах;
- навыками самостоятельного физического воспитания и укрепления здоровья, необходимыми для ведения здорового образа жизни.
- навыками применения основ правового регулирования в различных его отраслях в сферах, направленных на противодействие коррупции, противодействие терроризму и экстремизму.

**Темы и разделы курса:****1. Естественнонаучные основы обеспечения БЖД.**

Условия существования жизни. Естественная и искусственная среда обитания и безопасность жизнедеятельности. Биосфера.

Взаимодействие биосистем и человека современного индустриального общества с компонентами среды обитания - биосферой, техносферой и социальной средой. Человек, природа и экономика. Экологический подход к анализу потребностей человека. Человечество и человек как большие системы. Классификация и иерархия потребностей человека. Экология, физика и безопасность жизнедеятельности.

Факторы, влияющие на безопасность жизнедеятельности.

Условия обеспечения безопасности. Гомеостаз. Динамическое состояние человеческого организма, характеризующееся полной психофизической и социальной гармонией в нормальных условиях и экстремальные условия жизнедеятельности. Критерии оценки здоровья населения и стандарты качества окружающей среды. Механизмы адаптации человеческого организма к потокам энергии, вещества и информации и пределы его выживаемости. Неспецифические реакции организма человека на внешние воздействия. Стресс.

2. Самосохранительное поведение, здоровый образ жизни (ЗОЖ) и индивидуальные действия в ситуациях повышенной опасности.

Методы повышения устойчивости к стрессу и здоровый образ жизни (ЗОЖ).

Профилактика и повышение устойчивости организма человека к внешним воздействиям. Способы повышения устойчивости организма при краткосрочном и хроническом стрессе.

Роль активного образа жизни и самосохранительного поведения в формировании здоровья, ЗОЖ и БЖД. Вредные привычки: биологические, медицинские и социально-экономические аспекты.

Индивидуальные действия в экстремальных ситуациях и оказание первой помощи пострадавшим.

Образ действий и самосохранительное поведение в экстремальных и опасных ситуациях. Оказание самопомощи и первой помощи пострадавшим при несчастных случаях, авариях и катастрофах.

3. Основы теории рисков и стратегические риски России.

Понятие, факторы, сферы возникновения и классификации опасности.

Опасность, как угроза природной, техногенной, социальной, военной, экономической и другой направленности, осуществление которой может привести к ухудшению состояния здоровья или смерти человека, а также нанесению ущерба окружающей среде.

Классификации опасности:

- по происхождению факторов: природные, социальные, военные, техногенные, экологические и смешанные;
- по механизмам реализации: физические, химические, биологические и психофизиологические (по официальному стандарту (ГОСТ 12.1.0.003-74));
- по формам проявления: стихийные бедствия (землетрясения, сели, ураганы, смерчи и др.), промышленные и транспортные аварии, случайные отравления и др.
- по видам: природная, пожарная, химическая, радиационная, промышленная, демографическая, социальная, астероидно-кометная и др.

- по локализации: опасности связанные с литосферой, гидросферой, атмосферой и космосом.
- по видам ущерба: социальным, техническим, экологическим и др.
- по масштабу распространения и размерам ущерба

Риск как мера опасности.

Классификации рисков и подходы к определению его уровня: инженерный, модельный, экспертный, социологический. Факторы, определяющие ранжирование степени опасности (риска): контролируемые, неконтролируемые, видимые, невидимые риски, выборы систем рассмотрения для оценки рисков. Добровольная и принудительная опасность, приемлемый риск. Классификации рисков: по происхождению; по виду опасности; по характеру и числу источников; по реципиентам риска; по масштабу зоны поражения; по единицам измерения риска. Техногенный индивидуальный и социальный (групповой) риски. Уровни опасности (риска) и их количественная оценка. Структура рисков смерти. Характеристики для измерения опасности, связанные с учётом качества жизни.

Стратегические риски России.

Состояние безопасности современной России. Стратегические риски России: в политической сфере; в экономической сфере; в социальной сфере; в научно-технической сфере; в природной и техногенной сферах. Прогноз изменения стратегических рисков России и меры по их снижению.

Проблема количественной оценки опасности и статистика катастроф.

Традиционный подход к оценке риска и статистика катастроф. Законы распределения вероятности наступления аварий, катастроф и кризисов. Распределения с тяжёлыми хвостами. Пример распределения Парето и усечённого распределения Парето. Примеры неустойчивости и слабой информативности средних значений ущерба при катастрофах, примеры оценок повторяемости и масштабов «наибольших» ущербов.

4. Безопасность и её количественная оценка, концепции и инструменты обеспечения безопасности. Чрезвычайные ситуации.

Измерение, виды и условия обеспечения безопасности.

Пути, задачи и методы управления безопасностью. Алгоритмы обеспечения личной безопасности и алгоритм общей схемы действий государственных систем безопасности. Критерии, определяющие уровень безопасности: популяционный и экологический подходы. Медико-демографические показатели опасности и безопасности: средняя ожидаемая продолжительность предстоящей жизни, индексы здоровья населения, DALY, QALY и др.

Концепции обеспечения безопасности.

- Концепция абсолютной безопасности (ALAPA), инструменты обеспечения безопасности и особенности нормативно-правовой базы — следствия использования данной концепции: предельно допустимые концентрации (ПДК), предельно допустимые уровни воздействия (ПДУ), предельно допустимые выбросы и сбросы (ПДВ и ПДС), требования по безопасности к объектам хозяйственной деятельности. Достоинства и ограничения концепции абсолютной безопасности.

- Концепция «затраты-выгода» в традиционном денежном рассмотрении: достоинства, принципиальные проблемы и недостатки. Инструменты и особенности нормативно-правовой базы, учитывающие данную концепцию.
- Концепция приемлемого риска (ALARA). Процедуры согласования уровня приемлемого риска и возможности его законодательного регулирования. Оптимизация продолжительности жизни и устойчивости экологических систем.
- Концепция устойчивого развития и экологической безопасности и концепции, основанные на анализе потоков вещества, энергии и информации. Подходы к пониманию приоритетов и путей обеспечения устойчивого развития: технократическая, ресурсно-технологическая, энергетическая, природоохранная, экологическая и культурологическая парадигмы.

Антропогенная деятельность, техносфера и безопасность.

Реакция организма человека в техносфере на потоки электромагнитных полей, шумов, радиации, искусственного освещения. Методы защиты. Химические угрозы Биологические угрозы: инфекционные заболевания, инвазии. Качество воздуха и питьевой воды, причины загрязнения, способы очистки. Канцерогенные вещества, пределы допустимых концентраций (ПДК), методы защиты. Экологические опасности аварийных, бытовых отходов и выбросов. Современные технологии утилизации жидких, газообразных и твердых отходов.

Природные и техногенные чрезвычайные ситуации (ЧС) и безопасность.

Природные катастрофы. Техногенные аварии и катастрофы: причины и последствия. Чрезвычайные ситуации (ЧС): определение, схема протекания, классификации, характеристики, типовые фазы. Природные и техногенные ЧС в России.

5. Государственная политика, государственные структуры, системы обеспечения и методы управления безопасностью.

Государственная политика и система мероприятий в области обеспечения БЖД населения.

Основные принципы государственной политики по обеспечению БЖД населения. Законодательная основа обеспечения БЖД населения. Организационная основа обеспечения БЖД населения. Обеспечение технологической безопасности и безопасности труда. Государственные программы в области социально-экономического развития России и обеспечение БЖД.

Государственная система предупреждения и ликвидации последствий ЧС.

Действия государства и бизнеса по предупреждению, снижению и ликвидации последствий ЧС. Основные методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий. Индивидуальные и коллективные действия при несчастных случаях и при ЧС.

6. Медико-демографические характеристики безопасности и степени развития общества. Воспроизводство населения и демографическая безопасность.

Средняя ожидаемая продолжительность предстоящей жизни и другие медико-демографические показатели как характеристики безопасности и степени развития общества.

Медико-демографические показатели, характеризующие уровень безопасности и степень развития общества: определения, примеры, исторические, страновые, социально-экономические и социокультурные различия и аналогии.

Интенсивность смерти и гипотезы ее причинно-следственных зависимостей: генетическая, экологическая, социокультурная (для человека) и адаптационная детерминации. Возрастная зависимость интенсивности смерти и ее количественные, в том числе и параметрические, описания: приближения Гомперца, Гомперца–Мейкема и др. Интенсивность смерти и ее видовые, половые, географические и социокультурные (для человека) различия. Младенческая смертность. Историческое изменение возрастной смертности и продолжительности жизни в человеческом обществе. Взаимосвязь интенсивности смерти и возрастной структуры с общим коэффициентом смертности и средней продолжительностью жизни. Связь характеристик смертности для человека с экономическими и социально-политическими условиями, с культурным уровнем населения и уровнем развития медицины и системы здравоохранения.

Воспроизводство населения. Демографическая и национальная безопасность, их связь с характеристиками смертности и рождаемости.

Воспроизводство населения и демографическая безопасность как важнейшие составляющие национальной безопасности. Рождаемость в популяциях биологических видов и в человеческом обществе. Связь рождаемости и смертности с другими демографическими, социально-экономическими и экологическими характеристиками. Демографические модели и сценарии изменения численности населения. Демографический переход. Коэффициент фертильности и его связь с экономическими, культурными и социально-политическими условиями и экологическими характеристиками. Возрастная структура рождаемости и ее историческая эволюция. Фертильность и демографический переход. Целенаправленные попытки управления рождаемостью. Экономико-демографические модели воспроизводства населения. Проблемы депопуляции населения России и программы повышения рождаемости.

Перспективы и пути продления активной жизни человека

Социальные аспекты и биология продолжительности жизни. «Бессмертие» и специфические характеристики возрастной зависимости интенсивности смерти. Социально-экономические, экологические и биологические детерминанты возрастной зависимости интенсивности смерти и продолжительности жизни. Запрограммированный предел жизни, летальные нарушения синхронизации физиологических процессов как результат роста и развития (гипотеза «биологических часов») или отказы функционирования организма как следствие накопления дефектов в процессе жизнедеятельности. Модели интенсивности смерти. Современная медицина и перспективы продления жизни. Охрана материнства и детства и увеличение средней продолжительности жизни. Выбор здорового образа жизни – реальный путь к увеличению продолжительности жизни.

7. Актуальные проблемы обеспечения БЖД

Системный анализ проблем обеспечения БЖД и развития человечества. Устойчивое развитие и экологическая безопасность

Проблемы обеспечения экологической и других видов безопасности и развития, международная деятельность, документы, конвенции и соглашения в этой сфере. Опыт международного сотрудничества и совместного анализа проблем развития и обеспечения безопасности. Конференция по окружающей среде и развитию ООН (КОСР 92) в Рио-де-Жанейро: проблемы, их обсуждение, позиции сторон. Основные итоги и документы. Устойчивое развитие – два взгляда на одну проблему. Защита интересов развитых стран или необходимость перехода к ноосферному мышлению? Государственная политика различных стран и международное сотрудничество в области обеспечения устойчивого развития и экологической безопасности после Рио-де-Жанейро (КОСР 92). Свободная энергия как характеристика возможностей системы, в том числе возможностей ее развития. Свободно-энергетический анализ и эмпирические обобщения поведения развивающихся систем. Критерии оптимизации их эволюции. Развивающиеся экологические системы и биосфера. Понятия экологической цены и ее разновидности — биосферной цены, их свойства. Базирующаяся на основе этих понятий концепция биосферной (экологической) цены как модификация концепции устойчивого развития и безопасности, реализующая физический подход для анализа эволюции экологических и социально-экономических систем. Связь концепции биосферной (экологической) цены с другими концепциями безопасности и критериями социально-экономического развития. Рассмотрение потоков вещества, свободной энергии информации - основа анализа безопасности и устойчивого развития. Эмпирический, “экономический” и “физический” подходы к моделированию будущего. Повестка на XXI век и актуальные проблемы обеспечения безопасности на глобальном и национальном уровнях.

Выявление приоритетов, постановка задач и моделирование в БЖД.

Природные, техногенные, социальные и экологические риски, их ранжирование, выявление приоритетов и постановка задач их снижения. Моделирование развития событий. Дерево событий. Математическое моделирование: детерминистские и вероятностные подходы к построению экологических моделей, моделей развития аварий, катастроф и стихийных бедствий, моделей развития общества. Сценарии и модели развития аварий, катастроф и стихийных бедствий. Моделирование и построение сценариев развития цивилизации и её взаимодействия с природой как метод выявления системных опасностей и угроз для человека и природы. История глобальных и региональных моделей развития: структура и особенности моделей Форрестера, Медоузов и др. Научные и политические итоги моделирования развития за сорок лет, как результат использования метода выявления системных опасностей и угроз и способов их предупреждения и снижения последствий при реализации этих угроз.

Глобальные и национальные проблемы обеспечения безопасности.

Повестка на XXI век, Концепции национальной безопасности и актуальные проблемы обеспечения безопасности на глобальном и национальном уровнях. Примеры актуальных проблем в сфере глобальной, региональной и национальной безопасности: исторические, географические, страновые, социально-экономические и социокультурные различия и аналогии, пути и перспективы их решения.

8. Формирование антикоррупционного мировоззрения



Основные направления государственной политики Российской Федерации в области противодействия коррупции на современном этапе. Правовые и организационные основы противодействия коррупции. Международные стандарты государственного управления в области противодействия коррупции. Опыт ведущих иностранных государств по профилактике и противодействию коррупции.

Понятие, виды и основания юридической ответственности. Соотношение понятий коррупции и коррупционного правонарушения в законодательстве Российской Федерации. Дисциплинарная ответственность за коррупционные правонарушения. Административная ответственность за коррупционные правонарушения. Гражданско-правовая ответственность за коррупционные правонарушения.

Полномочия Президента Российской Федерации в сфере противодействия коррупции. Полномочия Федерального собрания, Правительства РФ, иных органов. Правоохранительные органы. Антикоррупционная экспертиза нормативно-правовых актов, как форма противодействия коррупции. Комиссии по соблюдению требований к служебному поведению и урегулированию конфликта интересов. Проверки по вопросам противодействия коррупции. Информационные технологии в профилактике коррупционных правонарушений.

Коррупционная преступность и иные коррупционные правонарушения. Коррупция и организованная преступность. Виды коррупционных преступлений и их юридическая характеристика (злоупотребление служебным положением, дача взятки, получение взятки, злоупотребление полномочиями, коммерческий подкуп либо иное незаконное использование физическим лицом своего должностного положения вопреки законным интересам общества и государства в целях получения выгоды в виде денег, ценностей, иного имущества или услуг имущественного характера, иных имущественных прав для себя или для третьих лиц либо незаконное предоставление такой выгоды указанному лицу другими физическими лицами; совершение вышеуказанных действий от имени, или в интересах юридического лица)

Понятие коррупции в российском законодательстве: системообразующие элементы коррупции. Определение сущности и характерных черт коррупции как социально-правового явления. Содержание и реализация Национальной стратегии противодействия коррупции и Основные концепции к определению понятия коррупции. Система противодействия коррупции в Российской Федерации. Признаки коррупционных правонарушений на государственной и муниципальной службе. Роль антикоррупционных технологий на государственной и муниципальной службе в создании правового государства. Система государственных органов, осуществляющих противодействие коррупции и их правовое регулирование.

Причины и условия возникновения и развития коррупции в государственных органах и органах местного самоуправления. Формы проявления коррупции. Социальные, экономические и политические последствия коррупции в системе государственных и муниципальных органов.

Выявление причин и условий коррупционных проявлений: мониторинг коррупционных правонарушений в целом и отдельных их видов; разработка антикоррупционных стандартов, препятствующих возникновению или ограничивающих интенсивность либо сферу действия явлений, способствующих совершению коррупционных правонарушений; пропаганда антикоррупционных стандартов; содействие гласности и открытости решений,

принимаемых лицами, имеющими публичный статус, если иное прямо не предусмотрено законом; опубликование отчётов о состоянии коррупции и реализации мер антикоррупционной политики; антикоррупционные образование и воспитание и др.

Формы противодействия коррупции: официальное предостережение о не-допустимости совершения коррупционных правонарушений; представление органа дознания, следователя, прокурора и частное определение (постановление) суда по уголовным делам о необходимости устранения причин и условий, способствовавших совершению коррупционных преступлений; иные меры, предусмотренные законодательством.

Конституция Российской Федерации как источник права, регулирующий вопросы противодействия коррупции. Международные нормативные правовые акты как источники права, регулирующие вопросы противодействия коррупции. Федеральные законы как источники права, регулирующие вопросы противодействия коррупции. Нормативные правовые акты федеральных органов государственной власти, регулирующие вопросы противодействия коррупции. Конституции (уставы), законы и иные нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации, регулирующие вопросы противодействия коррупции. Муниципальные нормативные правовые акты, регулирующие вопросы противодействия коррупции на муниципальной службе.

Противодействие коррупции на государственной и муниципальной службе – направление реализации реформы системы государственной службы и муниципальной службы. Задачи, решаемые в процессе проведения антикоррупционной политики. Мотивы коррупционных проявлений в системе государственной службы и на муниципальной службе. Основные меры противодействия коррупции на государственной и муниципальной службе. Правовые основы использования информационных технологий по профилактике коррупции.

Формирование организационных основ противодействия коррупции. Антикоррупционная экспертиза нормативных правовых актов и их проектов. Повышение подотчетности и прозрачности деятельности государственных и муниципальных служащих. Организация проведения проверки и анализа представляемых сведений о доходах, расходах, об имуществе и обязательствах имущественного характера. Порядок проведения проверки достоверности и полноты сведений о доходах, расходах, об имуществе и обязательствах имущественного характера. Комиссии по соблюдению требований к служебному поведению гражданских служащих и урегулированию конфликтов интересов: порядок и обеспечение их функционирования.

Развитие законодательства Российской Федерации о противодействии коррупции. Совершенствование деятельности государственных органов, органов местного самоуправления по обеспечению соблюдения государственными и муниципальными служащими ограничений и запретов, требований к служебному поведению, направленных на предотвращение и урегулирование конфликта интересов. Совершенствование кадровой работы с использованием современных информационных технологий противодействия коррупции на государственной и муниципальной службе. Совершенствование мер ответственности за правонарушения коррупционной направленности.

Особенности осуществления противодействия коррупции на государственной и муниципальной службе. Соблюдение служебной этики на государственной и

муниципальной службе. Основные принципы управления конфликтом интересов и способы его урегулирования на государственной и муниципальной службе. Особенности методики диагностики коррупционных угроз. Судебная практика по вопросам противодействия коррупции на государственной и муниципальной службе.

Дисциплинарные правонарушения коррупционной направленности. Административные правонарушения коррупционной направленности

Уголовные преступления коррупционной направленности.

Концептуальные подходы к выработке системы мер по противодействию коррупции. Механизмы эффективного взаимодействия государства и институтов гражданского общества в сфере противодействия коррупции. Зарубежный опыт противодействия коррупции в сфере государственной службы.

## 9. Террористическая опасность и борьба с терроризмом.

Террористическая опасность и борьба с терроризмом как одна из важнейших задач, стоящих перед современной цивилизацией в области обеспечения БЖД.

Терроризм как политическое явление, как социально-экономическое явление, как инструмент достижения определённых политических целей и террористический акт как конкретное преступление. Экономическое неравенство, ограничение политических и религиозных свобод, возможностей свободного развития и отстранение определённых слоёв населения, (групп, классов, национальностей, религиозных конфессий и государств) от реального участия в формировании политических решений и от влияния на управление социально-экономическими процессами в обществе на национальном, региональном и глобальном уровнях – питательная среда для возникновения терроризма. Стимулирование и поддержка (финансовая, организационная, и др.) терроризма определёнными политическими силами и некоторыми государствами в борьбе за достижение своих политических целей и экономических интересов. Исторические, идеологические и организационные аспекты возникновения и развития терроризма как серьёзнейшей угрозы современной цивилизации, экстремизм и терроризм. Социальные, экономические, политические и идеологические черты и особенности современного терроризма. Меры противодействия терроризму.

Правовые аспекты и меры противодействия терроризму и экстремизму в РФ

Понятие терроризма и экстремизма в российском законодательстве, терроризм как политическое явление и террористический акт как конкретное преступление. Основопологающие нормативные и правовые акты РФ в сфере противодействия терроризму и экстремизму: Указ Президента Российской Федерации от 15 февраля 2006 года № 116 «О мерах по противодействию терроризму», Федеральный закон от 6 марта 2006 г. № 35-ФЗ «О противодействии терроризму», Указ Президента Российской Федерации от 13.04.2010 № 460 «О Национальной стратегии противодействия коррупции и Национальном плане противодействия коррупции на 2010-2011 годы», Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2010 № 925 «О мерах по реализации отдельных положений Федерального закона «О противодействии коррупции» Федеральный закон от 7 августа 2001 года № 115-ФЗ «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма». (в части, касающейся изменения основных понятий, используемых в настоящем Федеральном законе; расширения круга

участников экстремистской деятельности; а также оснований включения иностранных и международных организаций в список организаций, операции с денежными средствами или иным имуществом которых подлежат обязательному контролю в случае признания их судами Российской Федерации террористическими). Федеральный закон от 25 июля 2002 года № 114-ФЗ «О противодействии экстремистской деятельности», Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 153-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О ратификации Конвенции Совета Европы о предупреждении терроризма» и Федерального закона «О противодействии терроризму» (направлен на дальнейшее развитие государственной системы противодействия терроризму, на комплексное решение проблем противодействия террористической опасности в различных сферах и вносит согласованные изменения в пятнадцать действующих законов, в том числе в 4 кодекса) и другие нормативные, правовые и иные акты в сфере противодействия терроризму и экстремизму. Государственная система противодействия терроризму и экстремизму: сферы, структуры и меры противодействия терроризму и экстремизму на международном, федеральном и местном уровнях (экономические, политические, организационные и др.). Профилактические меры противодействия терроризму: опыт Советского Союза и Российской Федерации. Программы организации антитеррористической защиты в производственных организациях различного типа. Защита особо опасных объектов от террористической угрозы. Роль информационной среды в противодействии терроризму. Культура межнационального и межконфессионального общения как фактор противодействия терроризму и экстремизму.

Государственная политика различных стран и международное сотрудничество в области противодействия терроризму и экстремизму.

Международный опыт ведущих иностранных государств по профилактике и противодействию терроризму и экстремизму. Международное сотрудничество в сфере борьбы с терроризмом и международные соглашения с участием РФ в этой сфере.

Правила поведения и действия граждан в случае возникновения террористической угрозы и при террористическом акте.

Должностные обязанности сотрудников и индивидуальные действия при организации антитеррористической защиты производственной структуры. Безопасность личности в условиях террористической угрозы. Индивидуальное поведение граждан, способствующее профилактике терроризма и поведение в случае возникновения террористической угрозы: культура безопасности жизнедеятельности в условиях террористической угрозы; меры личной безопасности в условиях террористических угроз; правила поведения при обнаружении подозрительных предметов; реагирование на террористические атаки с применением химического, биологического, радиологического и ядерного оружия; навыки поведения в общественном транспорте (автобусах, ж.д. транспорте, самолете); в общественных местах (ж.д. и автовокзалах, кафе, кинотеатрах), навыки по развитию наблюдательности; навыки быстрого реагирования на опасность, навыки четкого сообщения об опасности или угрозе; способы противостояния психологическим стрессовым факторам при террористической угрозе; действия граждан, попавших в заложники террористов в случае террористического акта.

10. Космические информационные системы - мощное средство контроля состояния и изменения природной среды и техногенных процессов.

Климат, состояние природной среды на глобальных и региональных масштабах и проблемы жизнедеятельности. Климатическая система Земли. Система «Солнце-Земля».

Роль и место авиакосмических методов и средств в системе мониторинга и контроля текущего состояния и изменения атмосферы, поверхности Земли околоземного космического пространства.

Космические информационные системы. Пассивные и активные системы дистанционного зондирования. Научные и прикладные системы космического ДЗ.

Теория переноса излучения – физическая основа космических методов ДЗ. Обзор методов решения обратных задач ДЗ применительно к проблеме восстановления параметров природной среды.

Примеры глобальных проблем, для решения которых ДЗ крайне эффективно:

- El Nino – La Nino;
- Океан;
- Глобальная температура (модели потепления);
- Взаимодействие в системе «Океан-атмосфера»;
- Атмосфера;
- Геофизика (геология, вулканология);
- Парниковый эффект;
- Озоновая проблема;
- Лесные пожары.

11. Подготовка к лекционным контрольным работам, подбор материалов к реферату и их выполнение

Темы для обязательной самостоятельной проработки:

Тема 1

Обеспечение индивидуальной безопасности: правила поведения в опасных, экстремальных, и чрезвычайных ситуациях, правила и способы, оказания первой помощи, в т.ч. и самопомощи.

Тема 2

Нормы радиационной безопасности и аппаратура контроля радиационной безопасности.

Тема 3

Химическая и биологическая опасность. Сильно действующие ядовитые вещества. Средства защиты и обеспечение химической и биологической безопасности.

Тема 4

Чрезвычайные ситуации. Системы и организация защиты населения в чрезвычайных ситуациях.

Тема 5

Проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности и устойчивого развития России.

#### Требования к реферату

1. Тема реферата по курсу предлагается преподавателем, читающим лекции, каждому студенту индивидуально (или предлагается самим студентом, но обязательно предварительно должна быть согласована с преподавателем).
2. Реферат должен быть представлен в напечатанном виде, а электронная версия должна быть заранее выслана на указанный преподавателем электронный адрес (в формате Word шрифт Times New Roman 12).
3. Реферат обязательно должен иметь титульный лист и список использованной литературы, включая все интернет ссылки с указанием авторов и названий использованных материалов
4. Все количественные, иллюстративные и фактические данные, приведённые в реферате, должны быть документированы и снабжены соответствующими ссылками на использованные источники.
5. В реферате обязательно должны быть отражены публикации последнего периода (за два последних года).

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Биоорганическая и биологическая химия**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение студентами основ современной биологической химии (с элементами органической химии и молекулярной биологии), подготавливающих студентов к усвоению других курсов биологического профиля.

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной биологической химии;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов химии живого;
- структуры и функции основных метаболитов энергетического и пластического обмена клетки;
- современные проблемы физики, химии, биологии, математики;
- современные подходы, применяемые в практической биологии (биотехнологии);
- экспериментальные основы биологической химии.

##### **уметь:**

- соотносить процессы, происходящие в живой клетке, с физическими и химическими процессами;
- ориентироваться в структурных формулах главных компонентов клетки (углеводы, в том числе полисахариды, аминокислоты, белки, нуклеотиды, нуклеозиды, нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК), липиды, витамины, стероидные гормоны);
- применять полученные теоретические знания о экспериментальных подходах в биологической химии для решения конкретных экспериментальных задач;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в биологических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Общие вопросы химии живого. Биогенные элементы и их циклы в биосфере. Жизнь на основе углерода. Альтернативные теории о возникновении жизни на Земле. История биологической химии.

Краткий обзор существующих видов жизни на планете Земля, классифицированных по способу получения энергии для жизни (аутоотрофные и гетеротрофные организмы:



фотосинтетика, хемолитотрофные микроорганизмы, и так далее). Поток вещества и энергии в живых системах. Фундаментальные структурные принципы построения живых систем на основе органических соединений углерода. «Кремниевая» версия жизни – возможно ли это? Роль биогенных элементов в химии живого. Круговороты серы, азота, углерода, фосфора. Фосфор как лимитирующий компонент. Перенос биогенных элементов в среде планеты Земля. Минерализация и органификация. Роль кислорода в поддержании жизни. Влияние воды как универсального растворителя. История возникновения биологической химии. Важнейшие открытия в области химии живого, и их непосредственные следствия.

## 2. Аминокислоты и белки как компоненты биологических катализаторов.

Возможность биологического катализа белками благодаря наличию упорядоченных самоорганизующихся структур и широкому выбору функциональных групп (радикалов аминокислот).

## 3. Ферменты.

Возможность биологического катализа белками благодаря наличию упорядоченных самоорганизующихся структур и широкому выбору функциональных групп (радикалов аминокислот). Понятие о ферменте как о катализаторе белковой природы. Основные классы ферментов и катализируемые ими реакции. Термодинамика ферментативного катализа. Кинетика ферментативных реакций, методы исследования, активаторы и ингибиторы ферментов. Молекулярный механизм действия ферментов на примере уреазы. Денатурация белка, влияние pH, ионной силы и температуры на активность и специфичность ферментативных реакций. Каталитические антитела (абзимы). Ферменты небелкового происхождения (рибозимы, теломеразы). Коферменты и витамины.

## 4. Методы исследования белков.

Основные методы выделения и характеристики белков и ферментов. Разделение белков по способности к обратимой агрегации под действием высокой ионной силы (высаливание). Принципы ионообменной хроматографии белков. Гель-фильтрация белков, применение исключаяющей хроматографии для определения олигомерного состояния белков. Денатурирующий и нативный электрофорез белков в полиакриламидном геле. Изоэлектрофокусирование. Методы протеомики (масс-спектрометрия белков, двумерный гель-электрофорез, и т. п.). Секвенирование белков и пептидов. Иммунологические методы исследования белков (вестерн-блоттинг, иммуноферментный анализ). Аффинная хроматография, хроматография по сродству фермента к субстрату и к ионам тяжёлых металлов, применение химерных доменов в белковой инженерии. Способы количественного определения белка.

## 5. Нуклеиновые кислоты.

История открытия нуклеиновых кислот. Основные структурные и функциональные характеристики нуклеиновых кислот. Основные классы нуклеиновых кислот, встречающихся в клетке: ДНК и РНК. Подклассы нуклеиновых кислот. Нуклеотиды и нуклеозиды. Макроэргические соединения как единая энергетическая валюта клетки. Синтез нуклеиновых кислот: фундаментальные свойства ферментов, участвующих в синтезе нуклеиновых кислот, самообеспечение процесса синтеза энергией гидролиза нуклеотидтрифосфатов. Структуры нуклеиновых кислот в клетке, и взаимодействия, их стабилизирующие (водородные связи, стэкинг-взаимодействия). Препрограммированный

срок жизни РНК в клетке, отличие химической стабильности РНК и ДНК. Ферменты распада нуклеиновых кислот. Другие реакции нуклеотидов (циклизация), использование циклических форм клеткой в качестве вторичных мессенджеров.

#### 6. Методы исследования нуклеиновых кислот.

Выделение нуклеиновых кислот из биологического материала. Особенности работы с РНК. Топология нуклеиновых кислот, и её влияние на методики работы с ними. Выделение плазмидной и геномной ДНК методом щелочного лизиса и фенольной экстракции. Осаждение ДНК спиртами. Ферментативные методы исследования ДНК: эндонуклеазы рестрикции и применение их в картировании генома. Полимеразная цепная реакция. Секвенирование ДНК по методу Сэнгера. Методы гибридизации нуклеиновых кислот и их применение для решения реальных задач. Флуоресцентная гибридизация *in situ*. Обзор методов геномики. Автоматизированная аннотация данных полногеномного секвенирования,

#### 7. Репликация нуклеиновых кислот.

Важность для жизни существования материального носителя генетической информации. Требования, предъявляемые к такому носителю. Открытие связи структуры ДНК с механизмами её репликации. опыты Месельсона и Сталь, эксперимент Херши и Чейза, доказавшие роль нуклеиновых кислот в наследовании признаков. Полуконсервативный процесс репликации ДНК. Репликация генетических элементов кольцевой топологии, различные варианты. Ориджин репликации и группы совместимости плазмид. Инициация репликации у различных организмов. Двухнаправленная репликация, структура репликационной вилки. Синтез ведущей и отстающей цепей, коррекция возможных ошибок репликации. Полимеразы, вытесняющие цепь, и не вытесняющие цепи. Разрешение топологических затруднений при репликации. Мультимеры реплицируемых генетических элементов. Проблема недорепликации 3'-конца линейных хромосом, и её решение посредством теломеразной реакции. Общие вопросы наследования генетического материала при делении клетки.

#### 8. Транскрипция.

Центральная догма молекулярной биологии. Основной вектор информации, регуляция процесса экспрессии генов. Информационная РНК. Синтез и процессинг иРНК как способ регуляции количества и состава синтезируемых клеткой белков. Промоторы, механизм их действия. Модульная организация РНК-полимераз прокариот. Сигма-факторы, и другие факторы транскрипции. Аттенируемые промоторы на примере промотора триптофанового оперона. Энхансеры транскрипции. Оперонная гипотеза Жакоба и Моно. Различия в биологии гена прокариот и эукариот. Моноцистронная и полицистронная организация. Механизм регуляции генов лактозного оперона. Антисмысловые РНК, возможность управления экспрессией генов посредством РНК-интерференции. Методы анализа экспрессии генов, транскриптомика. Создание и применение библиотек к ДНК.

#### 9. Трансляция. Синтез белка.

Белковые молекулы как эффекторы генетической информации. Реализация трёхмерных структур по информации, кодируемой одномерными нуклеиновыми кислотами. Факторы, необходимые для синтеза белка. Транспортные РНК. Генетический код, его открытие, основные свойства, и физическая реализация декодирования триплетного кода. Рибосомы.

Факторы синтеза белка. Процессинг и фолдинг белка. Модульная эволюция белков. Антибиотики, влияющие на трансляцию. Посттрансляционная модификация.

#### 10. Углеводы.

Важнейшие представители класса углеводов (моносахариды, дисахариды). Восстанавливающие и невосстанавливающие сахара. Кольчато-цепная таутомерия, оптическая изомерия сахаров. Полисахариды. Структурная роль углеводов компонентов клетки. Энергетические метаболиты на основе фосфорных эфиров глюкозы и фруктозы. Основные реакции углеводов: поликонденсация и гидролиз. Обзор гликолитического расщепления липидов до ацетил-КоА. Капсульные полисахариды бактерий, аминокислотные полисахариды. Иммунологические свойства полисахаридов. Лектины.

#### 11. Липиды.

Липиды как важный структурный компонент клеточных мембран. Виды липидов, структура триглицеридов и липидов стероидной группы. Запасные липиды. Пигменты растений. Синтез высших жирных кислот. Генетическая взаимосвязь липидов и углеводов, отсутствие прямой роли этих классов соединений в наследовании признаков. Распад высших жирных кислот по механизму бета-окисления, органическая химия мобилизации алифатических радикалов.

#### 12. Гликолиз и цикл трикарбоновых кислот. Биологическое окисление.

Бродильный тип метаболизма углеводов. Возможность извлечения энергии путём анаэробного метаболизма субстратов. Гликолиз как базовый путь переработки глюкозы. Типы брожения (гомоферментативное, гетероферментативное), основные метаболиты гликолитического пути. Пировиноградная кислота как донор С<sub>2</sub>-фрагмента – ацетильного производного коэнзима А. Дальнейшее расщепление ацетил-КоА по аэробному пути. Цикл трикарбоновых кислот. Промежуточные продукты ЦТК как сырьё для синтеза аминокислот. Получение АТФ клеткой при дыхании. Роль полученных в ЦТК восстановленных коферментов (NADH, NADPH, FADH<sub>2</sub>). Цепь транспорта электронов. Превращение энергии электрохимического градиента протонов в энергию АТФ.

#### 13. Метаболизм клетки. Сопряжение пластического и энергетического обмена.

Основные метаболические пути клетки, обеспечивающие её автономное функционирование. Понятие о канализировании метаболитов к ключевым соединениям. Связь между отдельными классами органических соединений, составляющих основу обмена веществ клетки. Общность процессов синтеза и распада в живой клетке. Способность к обмену веществ как важнейший признак жизни.

#### 14. Внутриклеточная коммуникация. Гормоны. Рецепторы. Каналы.

Липиды, составляющие основу биологических мембран. Ганглиозиды, цереброзиды, изопреноиды, стероиды. Производные фосфатидной кислоты. Стероидные гормоны. Структура и состав мембран. Модель жидкой мозаики и её уточнение. Взаимодействие белков с мембранами. Гликопротеины. Строение бактериальной клеточной стенки. Сиалирование как метод регуляции времени жизни белка. Белки хрящевой ткани. Трансмембранные белки, их синтез, фолдинг и функции. Ковалентные взаимодействия мембранных белков с мембраной. Посттрансляционная модификация.

Микрофизика мембран: вязкость, текучесть, асимметрия листочков. Флиппазы и скрамблазы. Мембранные рафты. Индуцированный рецепторами и спонтанный эндоцитоз.

Молекулы клеточной адгезии. NO как медиатор. Диффузия через мембраны: пассивная, облегчённая, энергозависимая. Ионные каналы. Натрий-калиевая АТФаза и возникновение трансмембранных ионных потенциалов. Белки-транспортёры. Модели работы каналов.

Гормоны и их синтез. Классы гормонов. Сигнальные каскады. Виды клеточных рецепторов, их классификация и механизмы действия. Мультидоменная архитектура рецепторных белков. Атриальный натриуретический пептид как модельный объект. Тирозинкиназы и их роль в передаче сигнала, растворимая протеинкиназа вируса саркомы Рауса. Гуанилатциклазная реакция. G-белки. Ras-белки и MAP-киназы. Мембраны как источник фосфат-содержащих вторичных мессенджеров. Протеинкиназа А. Регуляция G-зависимого ответа.

#### 15. Биоэлектрические сигналы.

Возникновение биоэлектрических сигналов. Передача биоэлектрических сигналов.

#### 16. Нейрохимия.

Потенциал действия, его возникновение и аттенуация. Передача нервного импульса. Строение нервной ткани. Синапсы, нейромедиаторы, обмен нейромедиаторов. Моноаминоксидаза. Нейротропные лекарственные препараты.

#### 17. Избранные главы медицинской химии. Биохимические основы патогенеза некоторых заболеваний человека.

Строение и функции сократительных белков мускулатуры. Гладкая и поперечно-полосатая мускулатура, её локализация. Эффекторы гладкой мускулатуры. Актин-миозиновый комплекс. Дистрофин, взаимодействие цитоскелета клетки и сократимых элементов. Миодистрофия Дюшенна и её причины. Модели мышечного сокращения.

Строение и функции выделительной системы. Нефрон, его тонкая структура. Карбонат-бикарбонатная система и градиент ионов натрия, белки-переносчики. Транспорт азота в виде глутамина. Выделение аммиака. Первичная и вторичная моча, механизмы фильтрации и селективной концентрации. Вазопрессин, механизмы его действия. Ренин-ангиотензиновая система.

Сопряжение обменов и специализация органов. Сопряжение анаболизма и катаболизма через АТФ и НАДН. Термодинамика метаболизма, стехиометрия синтеза АТФ. АТФ в клетке как источник энергии и как регулятор. Потенциал фосфорилирования, АМРК-киназа. Различные предпочитаемые органами источники энергии и материи. Печень как ключевой для метаболизма орган. Регулировка пищевого поведения. Алкоголь и биохимия последствий алкоголизма.

#### 18. Регуляция обменных процессов клетки. Интегративные функции метаболизма.

Необходимость координации обменных процессов в клетке. Пути синхронизации метаболических процессов в клетках прокариот: компартментализация, каскадная организация, вторичные мессенджеры – производные ключевых клеточных метаболитов. Гормональная регуляция метаболизма.

#### 19. Метаболизм азотистых соединений.

Биогенный цикл азота. Азотфиксация. Нитрогеназная реакция. Синтез аминокислот. Амфиболический обмен аминокислот, переаминирование. Реакции, катализируемые ферментами с тетрагидрофолатом. Сульфаниламидные антибиотики. Аминокислоты как

нутриенты. Катаболизм азота и углеродного скелета аминокислот. Синтез пуринов и пиримидинов. Синтез нуклеотидов. Рибонуклеотидредуктазная реакция. Катаболизм нуклеотидов. Производные аминокислот: креатинин, эpineфрин, нейромедиаторы. Сопряжение обменов азотсодержащих соединений и магистрального метаболизма (ЦТК).

20. Общие свойства аминокислот и белков.

Лабораторная работа по теме "Общие свойства аминокислот и белков".

21. Методы исследования белков

Лабораторная работа по теме "Методы исследования белков".

22. Транскрипция. Трансляция. Синтез белка.

Лабораторная работа по теме "Разделение белков".

23. Разделение белков.

Лабораторная работа по теме "Разделение белков".

24. Ферменты.

Лабораторная работа по теме "Ферменты".

25. Методы исследования нуклеиновых кислот.

Лабораторная работа по теме "Методы исследования нуклеиновых кислот".

26. Углеводы.

Лабораторная работа по теме "Углеводы".

27. Липиды.

Лабораторная работа по теме "Липиды".

28. Гликолиз и цикл трикарбоновых кислот. Биологическое окисление.

Лабораторная работа по теме "Гликолиз и цикл трикарбоновых кислот. Биологическое окисление."

29. Метаболизм азотистых соединений.

Лабораторная работа по теме "Метаболизм азотистых соединений".

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Биофизика клетки**

#### **Цель дисциплины:**

изучение биологических механизмов нанометрового масштаба в живых системах и приобретение навыков практического применения нанотехнологических методов в молекулярной медицине. Дисциплина "Биофизика клетки" является основой для чтения дисциплин кафедры трансляционной и регенеративной медицины.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение студентами базовых знаний в области биофизики клетки;
- освоение студентами биофизических методов исследования структуры, функционирования и регуляции биологических систем на клеточном и субклеточном уровне;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области биофизики клетки.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, физические принципы функционирования и регуляции биологических систем;
- физические основы манипулирования наноструктурами, основное оборудование и высокопроизводительные системы для биофизики;
- современные проблемы биофизики клетки.

##### **уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных биологических процессов;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач нанотехнологий;
- самостоятельно осваивать новые ресурсы (базы данных и программы) и экспериментальные методы нанотехнологий;

- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования;
- проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области;
- работать на современном, в том числе высокопроизводительном оборудовании.

**владеть:**

- основными методами работы с наноструктурами;
- основными приемами работы на высокотехнологичном оборудовании;
- культурой моделирования биомедицинских исследований;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач биофизики;
- навыками теоретического анализа задач биомедицины, связанных с изучением свойств биологических систем на нанометровом уровне.

**Темы и разделы курса:**

1. Физический мир клетки.

Временной и пространственный масштаб биологических процессов. Свойства воды и их последствия: конденсированная среда, полярный растворитель, диссоциация, ионы. Близкодействие. Задачи и способы самоорганизации на клеточном и молекулярном уровне. Физико-химическая логика устройства живых систем: элементы, молекулы, группы, связи, структуры.

2. Основные метаболические блоки жизнеобеспечения клетки.

Осмоз. Стабилизация объема эритроцита. Клеточная мембрана. Стабилизация объема. Насосы, каналы.

3. Специальные регуляторные молекулы. Управляющие метаболические системы. Иерархия управляющих систем эритроцита.

Специальные регуляторные молекулы. Управляющие метаболические системы. Иерархия управляющих систем эритроцита.

Производство энергии. Гликолиз. Метаболические системы и метаболические сети. Антиоксидантные системы клетки. Кислород. Глютатион. Витамин Е. Малярия.

4. Самоорганизация молекулярных систем. Принципы самоорганизации.

Принципы самоорганизации. Задачи и способы самоорганизации на клеточном и молекулярном уровне. Множественные метастабильные состояния и их роль в самоорганизации. Энергетические ландшафты. Роль барьеров и локальных минимумов.

5. Молекулярные информационные процессы в клетке.

Молекулярная память - ДНК-РНК-белок. Мир РНК. Информационный шум и эволюционный отбор. Основные молекулярные блоки эволюции. Точечные мутации, дубликации, горизонтальный перенос генов. Механизмы ускорения эволюции и обратные связи в информационных процессах.

6. Стационарные гомогенные системы клетки.

Метаболические системы и метаболические сети. Стехиометрия потоков, их регуляция. Основы теории регуляции биологических систем. Гомеостаз и стабилизация в метаболических системах.

7. Ферменты. Ферментативная кинетика.

Информационные процессы на уровне белков. Ферменты. Кинетика ферментативных реакций. Схема Михаэлиса-Ментен. Теорема Тихонова. Кооперативность и аллостерические эффекты. Гемоглобин. Ингибиторы. Регуляторные субъединицы. Посттрансляционные модификации белков.

8. Молекулярные машины. Моторы.

Разные типы работы, совершаемые в клетке. Механика и химия. Сопряженные процессы. Молекулярные преобразования энергии. Моторы. Полимеразы. Шапероны. Убиквитинирование и избирательный протеолиз-протеосома.

9. Нестационарные и негомогенные системы. Свертывание крови.

Принципы устройства и методы исследования нестационарных систем клетки. Их основные типы. Ферментативные каскады и их регуляция. Роли положительных и отрицательных связей в сигнальных системах. Пороги, бифуркации, колебания. Активные среды и автоволновые процессы. Пространственная организация процессов при делении клетки. За пределами клетки: свертывание крови, комплемент, морфогенез.

Гидродинамика крови. Фибрин. Каскад реакций плазменного звена свертывания. Кровь – необычная активная среда. Клеточный гемостаз. Фактор фон-Виллебранта. Цитоскелет тромбоцитов. Интегрины. Внутриклеточная сигнализация в тромбоцитах.

10. Внутриклеточная сигнализация.

Внутриклеточная сигнализация. Типы рецепторов и механизмы передачи сигнала через мембрану. Киназы и вторичные мессенджеры. Регуляция метаболизма гликогена – иерархия энергетики и гормональной регуляции. Ионные каналы. Нервный импульс. Запрограммированная смерть клетки: апоптоз, некроз, аутофагия.

11. Биофизика молекулярных структур и молекулярных машин.



Неравновесная термодинамика микро- и макросистем. Самоорганизация в наномире. Физические принципы функционирования молекулярных машин. Ионные насосы. Полимеризационные движители на основе актина. Жгутики. Моторные белки: миозины, кинезины, динеины. Рибосомы. Цитоскелет. Промежуточные филаменты. Микротрубочки. Актиновые филаменты.

## 12. Деление клетки. Самоорганизация митотического веретена деления.

Клеточный цикл и его регуляция. Клеточные часы. Cdk и циклины. Принцип работы клеточных часов. Фаза G<sub>0</sub> и чекпойнты. Функции различных циклинов при переключении фаз клеточного цикла. Идеология чек-пойнтов. Фаза G<sub>0</sub>, механизмы входа и выхода из нее. S-фаза. Удвоение ДНК, упаковка хроматина. Механизм работы репликационной вилки. Распаковка/запаковка при дупликации. Самоорганизация митотического веретена деления. Стратегия и основные участники. Стадии митоза и события, происходящие в них. Строение веретена деления: центросомы, микротрубочки, моторы и пассивные кросс-линкеры. Формирование веретена деления. Микротрубочки. Движение хромосом в митозе. Силы, действующие в митозе. Контроль за качеством деления и закреплением микротрубочек. Ошибки закрепления хромосом в веретене деления. Чувствительность к межклеточному натяжению. Градиент Авроры В и исправление ошибок. Телофаза и цитокинез.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Медицинская физика и биоинформатика

### Биофизика молекулярных систем

#### Цель дисциплины:

формирование умения понимать научную информацию по биологии и медицине и пробуждение возможных научных интересов в этой области.

#### Задачи дисциплины:

1. Изучение основ биологии и физиологии человека в объеме идеальной специализированной средней школы.
2. Формирование представлений о спектре современных методов изучения в биологии.
3. Овладение определенным набором биологических терминов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные основы функционирования ДНК и РНК в клетке;
- современный уровень знаний и проблемы молекулярной биологии и генетики;
- возможности приложения полученных знаний в медицине, фармакологии, биотехнологии и других смежных областях.

##### уметь:

- формулировать и ставить задачу исследования и этапов её выполнения;
- владеть техникой поиска и анализа информации, находимой в Интернете;
- представлять полученные результаты исследований в устной и наглядной форме;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Антибиотики**

Большая часть известных антибиотиков – рибосомные. Механизм действия рибосомных антибиотиков на примере аминогликозидов. Возможные механизмы появления устойчивости к антибиотикам.

### **2. Вычислительные методы анализа структуры РНК**

Предсказания вторичной структуры РНК: минимизация свободной энергии и ковариационный анализ нуклеотидных последовательностей. Поиск структур РНК в геномах. Примеры: рибопереключатели (прокариоты), селенопротеом (эукариоты).

### **3. Генетический код**

Постановка задачи и первые гипотезы (Гамов, 1954). Тонкая структура гена. Система rII бактериофага Т4, цис-транс тест Бензера (1956). Определение свойств генетического кода (Крик, 1961). Первый триплет UUU для фенилаланина (Ниренберг, Маттеи, 1961). Полная расшифровка словаря генетического кода методом синтетических последовательностей (Очоа, Корана, 1964), методом связанных триплетов (Ниренберг, Ледер, 1964). Отклонения от стандартного генетического кода.

### **4. ДНК – носитель наследственности**

Открытие ДНК (Мишер, 1868). Азотистые основания и их таутомерные формы. Рибоза и дезоксирибоза. Химическая формула нуклеиновой кислоты. Возможность записи наследственной информации в полимерной молекуле (Кольцов, 20-е годы). Трансформация пневмококков (Гриффит, 1928) и выделение трансформирующего фактора (Эвери, Маклеод, Маккарти, 1944). Аперидический кристалл Шредингера (1943). Опыты Херши и Чейз с бактериями и фагами (1952).

### **5. Инициация и терминация трансляции**

Механизм инициации и терминации трансляции у про- и эукариот. Механизмы контроля экспрессии генов. Пример: синтез рибосомных белков. Рентгеноструктурные модели рибосомы с атомным разрешением. Декодирующий центр рибосомы.

### **6. Короткие и длинные некодирующие РНК**

Сайленсинг генов. Механизм действия малых интерферирующих РНК. Экспериментальные методы поиска новых некодирующих РНК. Результаты методов RNA-seq и гибридизации на микрочипах. «Темная материя» генома. Возможные функции длинных некодирующих РНК.

### **7. Механизм синтеза белка**

Компоненты рибосомы. Основные стадии синтеза белка. Функция большой и малой субчастиц рибосомы. Пептидилтрансферазный центр рибосомы. Рибосома – рибозим. Механизм образования пептидной связи. Стадия элонгации и роль белковых факторов. Флуоресцентные методы исследования движений в рибосоме на отдельных частицах.

#### 8. Основы геномики. Методы и задачи

Аннотирование геномов и геномные браузеры. Проект ENCODE. Другие методы массового анализа нуклеиновых кислот. Гибридизация на чипах и гибридизация *in situ*. Применения данных секвенирования: геномная экспрессия, анализ геномов древних организмов, картирование участков взаимодействия с белками, метагеномы и т.д.

#### 9. Основы классической генетики

Фенотип и генотип. Явление доминантности-рецессивности. Моногибридное и дигибридное скрещивание. Статистический характер закона Менделя (1865). Частоты аллелей. Закон Харди-Вайнберга (1908). Примеры: группы крови А-В-0, полиморфизм коротких tandemных повторов.

#### 10. Полиморфизм структуры НК

Необычные структуры ДНК. Методы изучения конформации двойной спирали в растворе. Круговой дихроизм. А-, В-, Z-формы ДНК и переходы между ними. Плавление ДНК. Необычные структуры. Тройные спирали, квадруплексы, кресты, структура со сдвинутыми петлями ДНК.

#### 11. Пространственная структура ДНК

Правила Чарггаффа (1947). Первые рентгенограммы ДНК. Правильные таутомерные формы и принцип спаривания оснований. Модель В-формы (Уотсон и Крик, 1953). Гипотеза кода наследственности как последовательности оснований и общая схема механизма удвоения ДНК. Опыты Мезельсона и Сталя (1958). Особенности двойной спирали РНК. Параметры А- и В-форм ДНК. Структурный полиморфизм нуклеиновых кислот.

#### 12. Процессинг РНК

Полиаденилирование, вырезание интронов, редактирование. Механизм сплайсинга. Малые ядерные РНК и спласеосома. Альтернативный сплайсинг.

#### 13. Рибозимы и концепция «Мир РНК»

Самовырезающиеся интроны. РНКазы Р. Малые рибозимы и другие примеры. Модификации РНК. Роль модификаций для поддержания структуры транспортной и рибосомной РНК. Малые ядровые РНК. Метилирование и псевдоуридинилирование рибосомных РНК.

#### 14. Секвенирование ДНК. I

Первые подходы к секвенированию ДНК. Фенилаланиновая тРНК. Рестриктазы. Методы Максама-Гилберта и Сенгера. Терминаторы синтеза цепи. ПААГ электрофорез с нуклеотидным разрешением фрагментов ДНК. Флуоресцентные метки, капиллярный электрофорез и автоматизация процесса. Метод секвенирования *shotgun*. Задача сборки контигов и проблема повторов в последовательностях. Программа «Геном человека» и компания Celera.

## 15. Секвенирование ДНК. II

Методы секвенирования ДНК нового поколения. Новые подходы: эмульсионная ПЦР, пиросеквенирование. Платформа «454 Life Sciences». Ограничения и преимущества. Глубокое секвенирование на платформах Illumina. Платформа SoliD – секвенирование лигированием коротких олигонуклеотидов. Ion Torrent, HeliScope и др. Чтение последовательностей одиночных молекул ДНК. Индивидуальные геномы и медицина.

## 16. Структура РНК. Экспериментальные методы

Особенности и классификация структурных элементов. Экспериментальные методы определения структуры и стабильности молекул РНК. Методы химического и ферментативного зондирования, футпринты. Физико-химические методы. Роль структуры при функционировании РНК. Рибосомная РНК – сокровищница структурной информации.

## 17. Трансляционный аппарат клетки

Информационная РНК (Белозерский, Спиринов, 1961). Рибосомы – частицы, продуцирующие белок. Адаптерная гипотеза Крика (1955). Открытие тРНК Хоглендом и Замечником (1957). Сопоставление кодона и аминокислоты (Шапвиль, 1962). Аминоацил-тРНК-синтетазы. Первичная и вторичная структура тРНК (Холли, 1965). Воббл-гипотеза Крика (1966). Пространственная структура тРНК (Клуг, Рич, 1974).

## 18. Функции РНК в клетке

Классификация РНК-полимеразы прокариот и эукариот. Кодирование и некодирующие РНК. Классификация. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции и трансляции. Концепция «Мир РНК».

## 19. Хромосомная теория

Группы сцепления. Генетические карты. Гипотеза Моргана (1910) об обмене участками хромосомы при конъюгации. Структура Холлидея (1964). Частота кроссинговера и метод определения расстояния между генами. Пример расчета расстояний. Виды хромосомных перестроек. Дупликация генов и неравный кроссинговер. Связь между ферментами и генами (Бидл и Татум, 1941).

## 20. Эволюционная теория

Классификация живых организмов. Изменчивость. Естественный отбор. Механизм эволюции по Дарвину и Ламарку. Примеры. Опыты Лурии и Дельбрюка (1943). Центральная догма молекулярной биологии. Генетика популяций.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Биофизика**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами основ биофизики – науки о наиболее простых и фундаментальных взаимодействиях, лежащих в основе биологических процессов. Изложенный в курсе материал является теоретической базой для анализа биологических явлений на разных уровнях организации при выяснении элементарных молекулярных взаимодействий и путей регуляции биологических процессов.

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

**уметь:**

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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:****1. Биофизика фотобиологических процессов.**

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

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

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

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

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

Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмента родопсина.

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

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

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

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

## 2. Молекулярная биофизика.

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

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

Факторы стабилизации макромолекул, надмолекулярных структур и биомембран.

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

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

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

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

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



белков. Роль конформационной подвижности в функционировании ферментов и транспортных белков.

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

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

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

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

### 3. Радиационная биофизика.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Восстановительные процессы при лучевом поражении клетки.

Модификация лучевого поражения клетки.

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

#### 4. Теоретическая биофизика.

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

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

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

Способы математического описания пространственно неоднородных систем.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Связь энтропии и информации в биологических системах.

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

## 5. Экологическая биофизика.

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

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

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

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

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

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

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Введение в алгоритмы биоинформатики**

#### **Цель дисциплины:**

знакомство студентов с известными на данный момент алгоритмами, применимыми в биоинформатике.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний об основных алгоритмических принципах, применяемых в биоинформатике, а также о наиболее популярных алгоритмах, решающих конкретные биологические задачи;
- практическое освоение студентами методов построения алгоритмов для анализа биологических данных, включая анализ геномных последовательностей;
- формирование у студентов основных навыков реализации алгоритмов и приобретение ими практического опыта, необходимого для проведения самостоятельных научных исследований в области вычислительной обработки биологических данных.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы построения и оценки сложности алгоритмов;
- основные алгоритмы и структуры данных, включая, графовые и строковые алгоритмы, динамическое программирование, вероятностные алгоритмы;
- вычислительные задачи, возникающие в биоинформатике;
- алгоритмы, применяемые для решения вычислительных задач в биоинформатике.

##### **уметь:**

- эффективно реализовывать изученные алгоритмы;
- применять основные алгоритмические идеи для разработки новых алгоритмов.

##### **владеть:**

- навыками освоения большого объёма информации;
- культурой постановки и моделирования вычислительных задач обработки биологических данных.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Введение**

Введение в алгоритмы. Введение в молекулярную биологию. Задача поиска мотива. Перестройка генома.

#### **2. Расстояние между последовательностями**

Парное выравнивание последовательностей. Множественное выравнивание последовательностей. Построение оптимального перекрывающегося выравнивания, построение химерных алгоритмов.

#### **3. Эффективный поиск множеств фрагментов ДНК в геноме**

Выравнивание с пробелами. Приложения для суффиксных деревьев и суффиксных массивов в биоинформатике. BLAST. Проблема изменения экзонов, нахождение повторов максимальной длины.

#### **4. Секвенирование ДНК**

Преобразование Барроуза-Уилера для картирования ридов при секвенировании ДНК. Построение графов де Брёйна и фрагментарная сборка.

#### **5. Секвенирование и распознавание белков, поиск мотивов**

Спектральное выравнивание. Семплирование по Гиббсу и случайные выборки при поиске мотивов. Проблема асимметричности при секвенировании белков *de novo*, поиск мотивов с использованием семплирования по Гиббсу.

#### **6. Геномные перестройки, алгоритмы кластеризации**

Алгоритмы построения графа перестроек, алгоритмы нахождения эволюционного расстояния между геномами по графу. Основные методы кластеризации. Скрытые марковские модели в выравнивании последовательностей.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Медицинская физика и биоинформатика

### Введение в анализ данных

#### Цель дисциплины:

Курс «Введение в анализ данных» рассчитан на студентов, владеющих основами программирования на языке Python 3 и предполагает знание базовых принципов работы компьютера - работы с памятью и дисковой подсистемой. Студенты знакомятся с основами совместной работы над большими проектами с использованием системы контроля версий Git: базовыми модулями языка, использующихся для анализа данных, - numpy, pandas, pytorch и пр.; основам работы с реляционными базами данных при помощи языка SQL; линейной алгеброй и основами теории вероятностей.

#### Задачи дисциплины:

Студенты должны получить практические навыки работы в:

1. Git
2. модулях numpy, pandas, sklearn, pytorch
3. реляционных базами данных
4. языка SQL

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- #. системы контроля версий
- #. модули Python для работы с массивами, таблицами, machine learning
- #. средства визуализации математических данных в Python
- #. основы реляционных баз данных
- #. основы языка SQL
- #. основополагающие принципы и методы машинного обучения

##### уметь:

- #. осуществлять совместную коллаборацию через git

#. использовать библиотеки numpy, pandas, matplotlib.pyplot, sklearn, torch

#. читать, создавать и редактировать реляционные базы данных

#. создавать простейшие системы машинного обучения

#### **владеть:**

#. распределённой системой управления версиями Git

#. средствами языка Python для машинного обучения

#. средой Jupyter

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Повторение Python 3

Краткий обзор средств Python 3, изученных в предыдущих курсах. Среда Jupyter Notebook.

##### 2. Система контроля версий git

Работа основных команд git: init, clone, config, add, commit, push, pull, branch, checkout

##### 3. Numpy, scipy

Основные методы библиотеки numpy для эффективной работы с числовыми массивами

##### 4. Pandas

Приобретение навыков работы с табличными данными средствами Python 3, сравнимая по возможностям с табличными редакторами, как MS Excel

##### 5. Визуализация в Python 3

Средства визуализации различных данных: pyplot, mplot3d

##### 6. Введение в базы данных

Реляционные базы данных и основы языка для работа с ними - SQL.

##### 7. scikit-learn

Библиотека scikit-learn как основная библиотека методов линейной алгебры в Python 3

##### 8. Введение в машинное обучение

Общая постановка задачи обучения по прецедентам. Типы задач Машинного обучения. Обучение с учителем и без учителя. Метрики качества.

##### 9. Простейшие задачи машинного обучения

Задача Классификации. k-NN. Плюсы и минусы метода ближайших соседей. Класс KNeighborsClassifier в Scikit-learn. Дерево решений. Построение дерева. Основные параметры дерева. Плюсы и минусы деревьев решений. Класс DecisionTreeClassifier в Scikit-learn. Выбор параметров модели и кросс-валидация.



## 10. Pytorch

Навыки использования фреймворка PyTorch для машинного обучения на Python 3. Тензоры PyTorch. Модули autograd и nn.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Введение в когнитивные науки и нейронауки**

#### **Цель дисциплины:**

- знакомство с базовыми понятиями и концепции нейронаук и когнитивных наук;
- знакомство с методиками практической работы по улучшению когнитивных способностей и психических функций.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий и концепций) в области нейронаук: физиологии, вычислительных нейронаук, психофизиологии, когнитивных наук и психотерапии;
- приобретение студентами практических умений и навыков в области анализа современных концепций изучаемой области и построении собственной стратегии здорового образа жизни, владение современными ресурсами, методами и материалами для настройки корректной работы с собственными когнитивными и психическими функциями;
- оказание консультаций и помощи студентам в ходе анализа состояния своего здоровья и выработки плана по модификации своего образа жизни.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- базовые знания в области нейронаук: физиологии, вычислительных нейронаук, психофизиологии, когнитивных наук и психотерапии;
- современные ресурсы, методы и материалы для настройки корректной работы с собственными когнитивными и психическими функциями.

##### **уметь:**

- использовать свои знания для выработки собственной стратегии здорового образа жизни и профилактики психологических заболеваний;
- оценивать корректность существующих концепций нейрофизиологии и психофизиологии;
- применять полученные фундаментальные знания для решения задач психологии, психотерапии и физиологии.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых знаний, умений и навыков;
- терминологией, включая специальные термины в достаточном объеме.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение. Устройство нервной системы, отделы и функциональные сети мозга. Ключевые эксперименты.

Нервная система (центральная и вегетативная), отделы мозга, функциональные системы мозга, химическая и физическая передача информации в нервной системе.

2. Память и внимание

Эксперименты Либета, Аша, Зимбардо, Канемана и Тверски и другие.

Механизмы реализации внимания в мозге. Концентрация и деконцентрация внимания, медитация, механизмы работы памяти.

3. Нейромаркетинг

Восприятие вкусов и запахов, влияние на пищевое поведение, нейромаркетинговые исследования.

4. Мышление

Мышление быстрое и медленное, врожденные и приобретенные схемы мышления.

Когнитивные тренажеры и тесты, методики развития интеллекта.

5. Стресс

Острый стресс и механизм хронизации. Психоэмоциональный и информационный стресс. Поведенческие стратегии адаптации к стрессу.

6. Сон

Фазы сна. Физиология сна. Методы настройки корректного сна.

7. Механизмы воображения

Что такое воображение? Способы измерения креативности. Инсайты. Осознанные сновидения.

8. Гиперсети, аттракторы, DMN

Функциональная и анатомическая связь. Информационная ёмкость сетей. Эволюционные предпосылки формирования. Переключение режимов работы мозга.

#### 9. Современные исследования

Инвазивные методы изучения мозга. Модель психики.

#### 10. Психосоматика

Вегето-сосудистая дистония, усталость надпочечников и другие состояния трудно объяснимой этиологии.

#### 11. Типологии личности, Психотерапия, работа с психикой, травмами

Типологии личности, Психотерапия, работа с психикой, травмами.

#### 12. Пограничные состояния психики

Гипноз, плацебо, внушения, НЛП, трансовые состояния, измененное восприятие тела.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Введение в математический анализ**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование базовых знаний по математическому анализу для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах с естественнонаучным содержанием; формирование математической культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

#### **Задачи дисциплины:**

- Приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области теории пределов, дифференциального и интегрального исчисления, теории рядов;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов математического анализа в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные свойства пределов последовательностей и функций действительного переменного, производной, дифференциала, неопределенного интеграла; свойства функций, непрерывных на отрезке;
- основные «замечательные пределы», табличные формулы для производных и неопределенных интегралов, формулы дифференцирования, основные разложения элементарных функций по формуле Тейлора;
- основные формулы дифференциальной геометрии.

##### **уметь:**

- Записывать высказывания при помощи логических символов;
- вычислять пределы последовательностей и функций действительного переменного;

- вычислять производные элементарных функций, раскладывать элементарные функции по формуле Тейлора; вычислять пределы функций с применением формулы Тейлора и правила Лопиталя;
- строить графики функций с применением первой и второй производных; исследовать функции на локальный экстремум, а также находить их наибольшее и наименьшее значения на промежутках;
- вычислять кривизну плоских и пространственных кривых.

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Действительные числа

1.1. Действительные числа. Отношения неравенства между действительными числами. Свойство Архимеда. Плотность множества действительных чисел. Теорема о существовании и единственности точной верхней (нижней) грани числового множества, ограниченного сверху (снизу). Арифметические операции с действительными числами. Представление действительных чисел бесконечными десятичными дробями. Счетность множества рациональных чисел, несчетность множества действительных чисел.

2. Пределы последовательностей

2.1. Предел числовой последовательности. Теорема Кантора о вложенных отрезках. Единственность предела. Бесконечно малые последовательности и их свойства. Свойства пределов, связанные с неравенствами. Арифметические операции со сходящимися последовательностями. Теорема Вейерштрасса о пределе монотонной ограниченной последовательности. Число  $\epsilon$ . Бесконечно большие последовательности и их свойства.

2.2. Подпоследовательности, частичные пределы. Верхний и нижний пределы числовой последовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Критерий Коши сходимости последовательности.

3. Предел и непрерывность функций одной переменной

3.1. Предел числовой функции одной переменной. Определения по Гейне и по Коши, их эквивалентность. Свойства пределов функции. Различные типы пределов. Критерий Коши существования конечного предела функции. Теорема о замене переменной под знаком предела. Существование односторонних пределов у монотонной функции.

3.2. Непрерывность функции в точке. Свойства непрерывных функций. Односторонняя непрерывность. Теорема о переходе к пределу под знаком непрерывной функции. Непрерывность сложной функции. Точки разрыва, их классификация. Разрывы монотонных функций.

3.3. Свойства функций, непрерывных на отрезке – ограниченность, достижение точных верхней и нижней граней. Теорема о промежуточных значениях непрерывной функции. Теорема об обратной функции.

3.4. Непрерывность элементарных функций. Определение показательной функции. Свойства показательной функции. Замечательные пределы, следствия из них.

3.5. Сравнение величин (символы  $o$ ,  $O$ ,  $\sim$ ). Вычисление пределов при помощи выделения главной части в числителе и знаменателе дроби.

#### 4. Производная и ее применение

4.1. Производная функции одной переменной. Односторонние производные. Непрерывность функции, имеющей производную. Дифференцируемость функции в точке, Дифференциал. Геометрический смысл производной и дифференциала. Производная суммы, произведения и частного двух функций. Производная сложной функции. Производная обратной функции. Производные элементарных функций. Инвариантность формы дифференциала относительно замены переменной.

4.2. Производные высших порядков. Формула Лейбница для  $n$ -й производной произведения. Дифференциал второго порядка. Отсутствие инвариантности его формы относительно замены переменной. Дифференциалы высших порядков.

4.3. Теорема Ферма (необходимое условие локального экстремума). Теоремы о среднем Ролля, Лагранжа, Коши. Формула Тейлора с остаточным членом в формах Пеано и Лагранжа. Правило Лопиталья для раскрытия неопределенностей вида. Правило Лопиталья для раскрытия неопределенностей вида.

4.4. Применение производной к исследованию функций. Достаточные условия монотонности, достаточные условия локального экстремума в терминах первой и второй производной. Выпуклость, точки перегиба. Достаточные условия локального экстремума в терминах высших производных. Построение графиков функций – асимптоты, исследование интервалов монотонности и точек локального экстремума, интервалов выпуклости и точек перегиба.

#### 5. Первообразная и неопределенный интеграл

5.1. Первообразная и неопределенный интеграл. Линейность неопределенного интеграла, интегрирование подстановкой и по частям. Интегрирование рациональных функций. Основные приемы интегрирования иррациональных и трансцендентных функций.

#### 6. Дифференциальная геометрия

6.1. Элементы дифференциальной геометрии. Кривые на плоскости и в пространстве. Гладкие кривые, касательная к гладкой кривой. Теорема Лагранжа для вектор-функций. Длина кривой. Производная переменной длины дуги. Натуральный параметр. Кривизна

кривой, формулы для ее вычисления. Сопровождающий трехгранник пространственной кривой.

## 7. Комплексные числа

7.1. Комплексные числа. Модуль и аргумент, Тригонометрическая форма. Арифметические операции с комплексными числами. Извлечение корня. Экспонента и логарифм от комплексного числа. Формула Эйлера. Информация об основной теореме алгебры. Разложение многочлена с комплексными коэффициентами на линейные множители. Разложение многочлена с действительными коэффициентами на линейные и неприводимые квадратичные множители. Разложение правильной дроби в сумму простейших дробей.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Вычислительная математика**

#### **Цель дисциплины:**

Сформировать у студентов систематическое представление о:

- 1) методах приближенного решения наиболее распространенных базовых типов математических задач;
- 2) источниках погрешностей и методах их оценки;
- 3) методах решения актуальных прикладных задач.

#### **Задачи дисциплины:**

- 1) Освоение материала охватывающего основные задачи и методы вычислительной математики.
- 2) формирование целостного представления о численных методах решения современных научных прикладных задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Область применения, теоретические основы, основные принципы, особенности и современные тенденции развития методов вычислительной математики.

##### **уметь:**

Применять методы численного анализа для приближенного решения задач в области своей научно-исследовательской работы.

##### **владеть:**

Программными средствами разработки вычислительных алгоритмов и программ, способами их отладки, тестирования и практической проверки соответствия реализованного алгоритма теоретическим оценкам.

## Темы и разделы курса:

1. Понятие жесткой задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ЖС ОДУ). Методы численного решения жестких систем ОДУ

Понятие жесткой задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ЖС ОДУ). Методы численного решения жестких систем ОДУ: одношаговые (неявные методы Рунге–Кутты, методы Розенброка) и многошаговые (формулы дифференцирования назад). Исследование схем на A-устойчивость, L-устойчивость и монотонность. Функция устойчивости и область устойчивости методов Рунге–Кутты. Линейные многошаговые методы. Методы Гира в представлении Нордсика.

2. Численное решение краевых задач для ОДУ

Численное решение краевых задач для ОДУ. Методы решения линейных краевых задач (метод численного построения общего решения, конечно-разностный метод для линейного уравнения второго порядка, метод прогонки). Методы решения нелинейных краевых задач (метод стрельбы, метод квазилинеаризации). Вариационно-разностные и проекционные методы построения приближенного решения. \*Метод конечных элементов. Задача на собственные значения (Штурма–Лиувилля). \*Понятие жесткой краевой задачи. \*Методы решения жесткой линейной краевой задачи.

3. Предмет вычислительной математики.

Математическое моделирование как новый метод исследования. Примеры решения физических и биологических задач с помощью численных методов. Постановки некоторых задач вычислительной физики. 2. Предмет вычислительной математики. Специфика машинных вычислений. Элементарная теория погрешностей.

4. Приближение функций, заданных на дискретном множестве. Дискретные математические модели динамики популяций и их свойства. Связь с итерационными методами решения нелинейных систем алгебраических уравнений.

Задача алгебраической интерполяции. Существование и единственность алгебраического интерполяционного полинома. Интерполяционный полином в форме Лагранжа и в форме Ньютона. Остаточный член интерполяции. Интерполяция по чебышёвским узлам. Оценка погрешности интерполяции для функций, заданных с ошибками. Кусочно-многочленная интерполяция. Интерполяция сплайнами. \*Локальные сплайны. \*Сплайны с финитным носителем (B-сплайны).

5. Разностные методы решения задач, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных.

Разностные методы решения задач, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных. Методы построения аппроксимирующих разностных уравнений для уравнений в частных производных. Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Приемы исследования разностных задач на устойчивость. Принцип максимума, спектральный признак устойчивости. Принцип замороженных коэффициентов.

6. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Матричные модели в динамике популяций. Вопросы их численной реализации.

Нормы в конечномерных пространствах. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений.

Прямые методы решения: метод Гаусса, метод Гаусса с выбором главного элемента, метод прогонки для систем специального вида.

Итерационные методы решения линейных систем. Метод простых итераций.

Необходимое, достаточное условия сходимости метода простых итераций. Метод Зейделя.

\*Каноническая форма записи двухслойного итерационного метода.

\*Методы решения, основанные на минимизации функционалов.

\*Метод сопряженных градиентов.

\*Проблема поиска собственных значений матрицы. \*Степенной метод для вычисления максимального собственного числа.

\*Метод вращений для поиска собственных значений самосопряженной матрицы. \*Метод обратной итерации.

Переопределенные системы линейных алгебраических уравнений.

7. Численные методы решения уравнений в частных производных гиперболического типа

Численные методы решения уравнений в частных производных гиперболического типа на примере уравнения переноса и волнового уравнения. Монотонные разностные схемы. Теорема С. К. Годунова о связи порядка аппроксимации и монотонности для линейных разностных схем.

8. Численное дифференцирование

Простейшие формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности.

9. Численное интегрирование

Квадратурные формулы Ньютона–Котеса (прямоугольников, трапеций, Симпсона) и оценка их погрешности. Квадратурные формулы Гаусса. \*Методы вычисления несобственных интегралов.

10. Системы дифференциальных уравнений в частных производных гиперболического типа.

Системы дифференциальных уравнений в частных производных гиперболического типа. Характеристики, инварианты Римана. Корректная постановка краевых условий для системы уравнений с частными производными гиперболического типа. Характеристическая и дивергентная формы записи. Разностные схемы для характеристической формы записи системы.

11. Численные методы решения линейных уравнений в частных производных параболического типа.

Квазилинейное уравнение теплопроводности, его свойства. Консервативные разностные схемы. Приемы построения консервативных разностных схем. Разностные схемы для решения многомерных уравнений теплопроводности.

12. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Примеры траекторий различного типа устойчивости в решениях задач популяционной динамики (модели конкуренции видов, модель «хищник-жертва»).

Аппроксимация, устойчивость, сходимости. Теорема о связи аппроксимации, устойчивости, сходимости.

Простейшие численные методы решения задачи Коши для ОДУ. Методы Рунге–Кутты решения ОДУ.

\*Методы Рунге–Кутты в представлении Бутчера. \*Барьеры Бутчера. \*Экспоненциальная оценка устойчивости. \*Устойчивость при различных типах поведения решения (на устойчивых и «не устойчивых» траекториях). \*Оценки погрешности и управление длиной шага при численном интегрировании систем ОДУ.

13. Понятие о методах расщепления. Метод переменных направлений.

Вывод и особенности методов расщепления и переменных направлений.

14. Численные методы решения уравнений в частных производных эллиптического типа.

Численные методы решения уравнений в частных производных эллиптического типа. Разностная схема “крест” для численного решения уравнений Лапласа, Пуассона. Итерационные методы для численного решения возникающих систем линейных уравнений. Принцип установления для решения стационарных задач. Оценка количества итераций, необходимых для достижения заданной точности при использовании различных методов.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Гармонический анализ**

#### **Цель дисциплины:**

формирование систематических знаний о методах математического анализа, расширение и углубление таких понятий как функция и ряд.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в теории тригонометрических рядов Фурье и началах функционального анализа;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов математического анализа в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные факты теории тригонометрических рядов Фурье абсолютно интегрируемых функций: достаточные условия поточечной и равномерной сходимости;
- теоремы о почленном интегрировании и дифференцировании, порядке убывания коэффициентов, теорему о суммировании рядов Фурье методом средних арифметических и ее применения;
- определение сходимости в метрических и линейных нормированных пространствах, примеры полных и неполных пространств;
- примеры полных систем в линейных нормированных пространствах;
- основные понятия теории рядов Фурье по ортонормированной системе в бесконечномерном евклидовом пространстве;
- определения собственных и несобственных интегралов, зависящих от параметра, их свойства; теоремы о непрерывности, дифференцировании и интегрировании по параметру несобственных интегралов, их применение к вычислению интегралов;
- достаточное условие представления функции интегралом Фурье;
- преобразование Фурье абсолютно интегрируемой функции и его свойства;

- основные понятия теории обобщенных функций, преобразование Фурье обобщенных функций, его свойства.

**уметь:**

-разлагать функции в тригонометрический ряд Фурье, исследовать его на равномерную сходимость, определять порядок убывания коэффициентов Фурье;

-исследовать полноту систем в функциональных пространствах;

-исследовать сходимость и равномерную сходимость несобственных интегралов с параметром, дифференцировать и интегрировать их по параметру;

-представлять функции интегралом Фурье; выполнять преобразования Фурье;

-оперировать с обобщенными функциями.

**владеть:**

-мышлением, методами доказательств математических утверждений;

-навыками работы с рядами и интегралами Фурье в различных формах;

-навыками применения изученной теории в математических и физических приложениях;

-умением пользоваться необходимой литературой для решения задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Тригонометрические ряды Фурье для абсолютно интегрируемых функций.

Лемма Римана. Тригонометрические ряды Фурье для абсолютно интегрируемых функций, стремление их коэффициентов к нулю. Представление частичной суммы ряда Фурье интегралом через ядро Дирихле. Принцип локализации. Признаки Дини и Липшица сходимости рядов Фурье, следствия из признака Липшица. Равномерная сходимость рядов Фурье. Почленное интегрирование и дифференцирование рядов Фурье. Порядок убывания коэффициентов Фурье. Ряды Фурье в комплексной форме.

2. Суммирование рядов Фурье методом средних арифметических.

Суммирование рядов Фурье методом средних арифметических. Теоремы Вейерштрасса о приближении непрерывных функций тригонометрическими и алгебраическими многочленами.

3. Метрические и линейные нормированные пространства.

Метрические и линейные нормированные пространства. Сходимость в метрических пространствах. Полные метрические пространства, полные линейные нормированные (банаховы) пространства. Полнота пространства Неполнота пространства непрерывных на отрезке функций с интегральными нормами. Сравнение норм: сравнение равномерной сходимости, сходимостей в среднем и в среднем квадратичном. Полные системы в линейных нормированных пространствах.

#### 4. Бесконечномерные евклидовы пространства.

Бесконечномерные евклидовы пространства. Ряд Фурье по ортонормированной системе. Минимальное свойство коэффициентов Фурье, неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Ортонормированный базис в бесконечномерном евклидовом пространстве. Гильбертовы пространства. Необходимое и достаточное условия для того, чтобы последовательность чисел являлась последовательностью коэффициентов Фурье элемента гильбертова пространства с фиксированным ортонормированным базисом. Связь понятий полноты и замкнутости ортонормированной системы.

#### 5. Тригонометрические ряды Фурье для функций, абсолютно интегрируемых с квадратом.

Тригонометрические ряды Фурье для функций, абсолютно интегрируемых с квадратом. Полнота тригонометрической системы, равенство Парсеваля. Полнота системы полиномов Лежандра.

#### 6. Собственные интегралы и несобственные интегралы.

Собственные интегралы, зависящие от параметра и их свойства. Несобственные интегралы, зависящие от параметра; равномерная сходимость. Критерий Коши равномерной сходимости, признак Вейерштрасса. Признак Дирихле. Непрерывность, дифференцирование и интегрирование по параметру несобственных интегралов. Применение теории интегралов, зависящих от параметра, к вычислению определенных интегралов. Интегралы Дирихле и Лапласа. Интегралы Эйлера - гамма и бета-функции.

Выражение бета-функции через гамма-функцию.

#### 7. Интеграл Фурье.

Интеграл Фурье. Представление функции интегралом Фурье. Преобразование Фурье абсолютно интегрируемой функции и его свойства: непрерывность, стремление к нулю на бесконечности. Формулы обращения. Преобразование Фурье производной и производная преобразования Фурье.

#### 8. Пространство основных функций и пространство обобщенных функций.

Пространство основных функций и пространство обобщенных функций. Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Дельта-функция. Умножение обобщенной на бесконечно дифференцируемую. Сходимость в пространстве обобщенных функций. Дифференцирование обобщенных функций.

#### 9. Преобразование Фурье обобщенных функций.

Преобразование Фурье обобщенных функций. Преобразование Фурье производной и производная преобразования Фурье.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Гликобиология**

#### **Цель дисциплины:**

является введение в эту стремительно развивающуюся область биологии.

#### **Задачи дисциплины:**

ознакомить студентов с химическими основами углеводов, позволяющими ориентироваться в структурном разнообразии углеводов и понимать их биологическое предназначение.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- структурные, энергетические, эволюционные и специфические функции углеводных цепей клеток животных;
- строение и стереохимия моносахаридов. Проекционные формулы Фишера;
- циклические формы моносахаридов. Формулы Хеурса и перспективные формулы;
- реакции моносахаридов с альдегидами и кетонами;
- синтез и расщепление гликозидной связи;
- роль углеводных компонентов в организме человека.

##### **уметь:**

применять полученные знания для решения научных и профессиональных задач.

##### **владеть:**

навыком освоения большого объема информации.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Введение



Структурные, энергетические, эволюционные и специфические функции углеводных цепей клеток животных. Углеводные цепи как носители сверхординарного разнообразия биомолекул.

Типы гликоконъюгатов: гликопротеины, гликосфинголипиды, полисахариды, протеогликаны, пептидогликаны - общая характеристика и распространенность. Модификации по гидроксильной и ацетамидной группам (сульфаты, фосфаты, ацетаты, лактоны и т. д.).

## 2. Структура и химические свойства

Строение и стереохимия моносахаридов. Проекционные формулы Фишера. Понятие о конформации олигосахаридов.

Циклические формы моносахаридов. Формулы Хеуорса и "перспективные" формулы. Стереохимия аномерного центра.

Реакции по карбонильной группе восстанавливающих сахаридов. Аль-формы моносахаридов. Особенности химических свойств полуацетального гидроксила. Превращения моно- и олигосахаридов под действием кислот и оснований. Простые и сложные эфиры моносахаридов; гликозилбромиды.

Реакции моносахаридов с альдегидами и кетонами. Ацетали и кетали как защитные группы.

Синтез и расщепление гликозидной связи. Стереохимия и механизмы гликозилирования.

Установление строения олигосахаридных цепей и сложных гликоконъюгатов химическими, физико-химическими и ферментативными методами. Методы метилирования и периодатного окисления. Существующие подходы к избирательному отщеплению гликана от N- и O-гликопротеинов, а также гликолипидов. Эндогликозидазы.

Химический синтез олигосахаридов: стратегия и тактика. O- и N защитные группы в химии углеводов. Ферментативный синтез *in vitro*. Понятие о неогликоконъюгатах.

## 3. Гликобиология

Гликопротеины: типы углеводных цепей; структура, отдельные примеры структур; микро- и макроретерогенность углеводных цепей.

Гликосфинголипиды: типы, структура, мембранная организация, функции, шеддинг. Углевод-углеводное взаимодействие.

Биосинтез N-цепей гликопротеинов; лектины-шапероны. Гликозилтрансферазы и гликозидазы. Группоспецифические A- и B трансферазы.

Лектины клеток животных. Селектины, коллектины, галектины, сиглеки, фиколины, асиалогликопротеиновый рецептор. Межклеточная адгезия, опосредованная углеводами.

## 4. Медико-биологические проблемы

Патологические процессы в организме человека, в которые вовлечены углеводы, лектины, гликозидазы и гликозилтрансферазы: гликозидозы, аутоиммунные заболевания, воспалительные процессы. Роль углеводных антигенов при переливании крови и трансплантации органов; ксенотрансплантация, "естественные" анти-углеводные антитела.

Углеводные цепи в качестве рецепторов для бактерий и вирусов; система защиты организма от углевод-опосредованной адгезии микроорганизмов.

Изменения структуры углеводных цепей гликолипидов и гликопротеинов при онкотрансформации. Углеводные онковакцины.

Рекомбинантные гликопротеины как терапевтические средства: проблемы, вызванные отсутствием или неправильным гликозилированием.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Динамические системы**

#### **Цель дисциплины:**

освоение слушателями бакалавриата методов теории динамических систем.

#### **Задачи дисциплины:**

приобретение слушателями умений и навыков методах теории динамических систем и качественной теории дифференциальных уравнений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- методические основы изучения и использования математических утверждений;
- основы учебного курса динамических систем.

##### **уметь:**

- изучать, использовать и применять определения, теоремы теории динамических систем;
- изучать и формировать системы математических знаний;
- доказывать основные теоремы учебных курсов теории динамических систем;
- решать стандартные задачи на применение изученных утверждений теории динамических систем.

##### **владеть:**

четким представлением о курсе.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Общее понятие динамической системы

1.1) Построение траекторий, изоклины.

1.2) Примеры биологических динамических систем. Модель нейрона (упрощенная модель Ходжина-Хаксли: модель ФитцХью-Нагумо), уравнение Ван дер Поля, Брюсселлятор, Орегонатор.

## 2. Элементы теории возмущений

Топологическая эквивалентность, бифуркационная диаграмма, структурная устойчивость, грубость положений равновесия.

## 3. Непрерывные динамические системы

3.1) Автономные дифференциальные уравнения.

3.2) Фазовый поток, лемма о выпрямлении, теорема Лиувилля о фазовом объеме.

3.3) Предельное поведение траекторий, предельные множества, теория и классификация Пуанкаре-Бендиксона. Аттракторы и предельные циклы.

3.4) Отображение Пуанкаре, связь дискретных и непрерывных динамических систем. Надстройка Смейла.

3.5) Примеры бифуркаций: седлоузловая, Андронова-Хопфа.

3.6) Теория индексов особых точек.

3.7) Устойчивость, функция Ляпунова, показатели Ляпунова

## 4. Динамические системы большой размерности

4.1) Регулярные методы редукции.

4.2) Сингулярный метод редукции. Теорема Тихонова.

## 5. Динамические системы с дискретным временем

5.1) Линейные системы (рекуррентные, разностные уравнения).

5.2) Неподвижные точки, циклы, устойчивость, теорема Шарковского.

5.3) Примеры бифуркаций: бифуркация седлоузла, удвоения периода, Неймарка-Сакера.

5.4) \*Показатели Ляпунова.

5.5) \*Фракталы

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Медицинская физика и биоинформатика

### Дифференциальные уравнения

#### Цель дисциплины:

ознакомление слушателей с основами дифференциальных уравнений и подготовка к изучению других математических курсов – теории функций комплексного переменного, уравнений математической физики, оптимизации и оптимального управления, функционального анализа и др.

#### Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических навыков в области решения простейших дифференциальных уравнений, линейных дифференциальных уравнений и систем, задач вариационного исчисления, исследования задач Коши, исследовании особых решений, построения и исследования фазовых траекторий автономных систем, нахождения первых интегралов и решения с их помощью нелинейных систем и уравнений в частных производных, решения линейных уравнений и систем с переменными коэффициентами;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов дифференциальных уравнений в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

Простейшие типы дифференциальных уравнений, методы понижения порядка дифференциальных уравнений.

Основные формулы общего и частного решения линейных систем и уравнений с постоянными коэффициентами, определение и свойства матричной экспоненты.

Условия существования и единственности решения задачи Коши для нормальных систем дифференциальных уравнений и для уравнения  $n$ -го порядка в нормальном виде, характер зависимости решений от начальных условий. Понятие особого решения.

Постановку задач вариационного исчисления.

Основные понятия и свойства фазовых траекторий автономных систем, классификацию положений равновесия линейных автономных систем второго порядка.

Понятие первого интеграла нелинейных систем дифференциальных уравнений, их применение для решений уравнений в частных производных первого порядка, условия существования и единственности решения задачи Коши для уравнения в частных производных первого порядка.

Структуру общего решения линейных систем с переменными коэффициентами, свойства определителя Вронского, формулу Лиувилля-Остроградского. Свойства нулей решений дифференциальных уравнений второго порядка (теорема Штурма).

#### **уметь:**

Решать простейшие дифференциальные уравнения, применять методы понижения порядка.

Решать линейные уравнения и системы с постоянными коэффициентами, применять матричную экспоненту к решению систем линейных уравнений с постоянными коэффициентами.

Исследовать задачу Коши. Находить особые решения уравнения первого порядка, не разрешенного относительно производной.

Исследовать различные задачи вариационного исчисления.

Находить положения равновесия, строить линеаризованные системы в окрестности положений равновесия, определять тип положения равновесия и строить фазовые траектории линейных систем второго порядка.

Находить первые интегралы систем дифференциальных уравнений, применять их для решения простейших нелинейных систем. Решать линейные уравнения в частных производных первого порядка.

Применять формулу Лиувилля-Остроградского и метод вариации постоянных для решения уравнений второго порядка с переменными коэффициентами. Исследовать свойства решений дифференциальных уравнений второго порядка с помощью теоремы Штурма.

#### **владеть:**

Логическим мышлением, методами доказательств математических утверждений.

Навыками решения и исследования дифференциальных уравнений и систем в математических и физических приложениях.

Умением пользоваться необходимой литературой.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Простейшие типы дифференциальных уравнений

Основные понятия. Простейшие типы уравнений первого порядка: уравнения с разделяющимися переменными, однородные, линейные, уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Метод введения параметра для уравнения первого порядка, не разрешенного относительно производной. Методы понижения порядка

дифференциальных уравнений. Использование однопараметрических групп преобразований для понижения порядка дифференциальных уравнений.

## 2. Линейные дифференциальные уравнения и системы с постоянными коэффициентами

Формула общего решения линейного однородного уравнения  $n$ -го порядка. Отыскание решения линейного неоднородного в случае, когда правая часть уравнения является квазимногочленом. Уравнение Эйлера. Исследование краевых задач для линейного уравнения второго порядка (в частности, при наличии малого параметра при старшей производной). Формула общего решения линейной однородной системы уравнений в случае простых собственных значений матрицы коэффициентов системы. Теорема о приведении матрицы линейного преобразования к жордановой форме (без доказательства). Формула общего решения линейной однородной системы в случае кратных собственных значений матрицы коэффициентов системы. Отыскание решения линейной неоднородной системы в случае, когда свободные члены уравнений являются вектор-квазимногочленами. Матричная экспонента и ее использование для получения формулы общего решения и решения задачи Коши для линейных однородных и неоднородных систем. Преобразование Лапласа и его применение к решению линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

## 3. Элементы вариационного исчисления

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

## 4. Исследование задачи Коши

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нормальных систем дифференциальных уравнений и для уравнения  $n$ -го порядка в нормальном виде. Теорема о продолжении решений нормальных систем. Характер зависимости решения задачи Коши от параметров и начальных данных: непрерывность, дифференцируемость. Задача Коши для уравнения первого порядка, не разрешенного относительно производной. Особые решения.

## 5. Автономные системы дифференциальных уравнений

Основные понятия и свойства фазовых траекторий. Классификация положений равновесия линейных автономных систем уравнений второго порядка. Характер поведения фазовых траекторий в окрестности положения равновесия автономных нелинейных систем уравнений второго порядка. Устойчивость и асимптотическая устойчивость положения равновесия автономной системы. Достаточные условия асимптотической устойчивости.

## 6. Первые интегралы и линейные однородные уравнения в частных производных первого порядка

Основные понятия и свойства фазовых траекторий. Классификация положений равновесия линейных автономных систем уравнений второго порядка. Характер поведения фазовых траекторий в окрестности положения равновесия автономных нелинейных систем уравнений второго порядка. Устойчивость и асимптотическая устойчивость положения равновесия автономной системы. Достаточные условия асимптотической устойчивости.

## 7. Линейные дифференциальные уравнения и линейные системы дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нормальных линейных систем уравнений и для уравнения  $n$ -го порядка в нормальном виде. Фундаментальная система и фундаментальная матрица решений линейной однородной системы уравнений. Структура общего решения линейной однородной и неоднородной системы уравнений. Определитель Вронского. Формула Лиувилля-Остроградского. Метод вариации постоянных для линейной неоднородной системы уравнений. Следствия для линейных уравнений  $n$ -го порядка. Теорема Штурма и следствия из нее.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Жизненная навигация. Профессиональная ориентация**

#### **Цель дисциплины:**

формирование умений и развитие навыков практического применения знаний о закономерностях развития личности в ходе профессионального становления и реализации жизненных планов, развитие способности сотрудничать, активности, инициативности, самостоятельности и творческих способностей.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых навыков коммуникации с экспертами в интересующей сфере деятельности;
- освоение студентами базовых навыков организации открытых лекций с участием приглашенных спикеров;
- развитие способности к самоорганизации и самообразованию;
- оказание консультаций и помощи студентам в выработке собственных жизненных целей и планов профессионального развития.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- сущность и пути саморазвития, самореализации, использования творческого потенциала
- механизмы и закономерности разрешения трудностей
- сущность и способы построения матрицы референтных лиц, групп и сообществ
- сущность и способы оценки ресурсов личности, преимуществ и помех деятельности
- критерии оценки и оптимизации программы саморазвития личности
- пути согласования целей, задач профессиональной деятельности и реализации жизненных планов
- пути построения и оптимизации модели высокоэффективного рабочего дня

##### **уметь:**

- искать специалистов в интересующей сфере деятельности и организовывать с ними эффективную коммуникацию
- организовывать открытые лекции с приглашенными спикерами;
- применять графический способ организации иерархии для собственных жизненных целей с помощью инструмента «Дерево жизненно важных целей»
- организовывать взаимодействие и сотрудничество людей при их работе в команде
- анализировать типичные затруднения реализации жизненно важных намерений и подбирать способы их преодоления
- использовать методику разработки плана по вехам
- анализировать компетенции и составлять эпюру

#### **владеть:**

- методикой построения и оптимизации модели высокоэффективного рабочего дня
- способами самоанализа личности с применением каталога универсальных компетенций
- навыками освоения большого объема информации и решения задач (в том числе, сложных)
- навыками самостоятельной работы и освоения новых знаний, умений и навыков
- навыками культурой работы в команде и умением выстраивать систему взаимодействия с контрагентами

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Решения в жизни. Смысл жизни

Мечта и мечтание. Мечта как активный, произвольный и осознанный процесс. Признаки мечты как образа желаемого будущего. Функции мечты. Мечта, цель и успех. Критерии жизненного успеха. SMART-тест цели. Дерево целей. Построение дерева целей.

##### 2. Реализация замыслов. Внутренние резервы

Ресурсы и факторы достижения цели. Реестр необходимых ресурсов. SWOT – анализ. Методика SWOT – анализа. Сильные стороны личности. Персональная программа саморазвития и ресурсного обеспечения. Субъект. Личность как субъект жизнедеятельности. Задачи, решаемые личностью как субъектом жизнедеятельности. Субъектогенез. Стадии субъектогенеза. Ресурсы и факторы достижения цели. SWOT – анализ. Методика SWOT – анализа. Сильные стороны личности. Soft skills и hard skills. Персональная программа саморазвития и ресурсного обеспечения.

##### 3. Что такое вера в себя и в свой успех?

«Препятствия» и «помощники» в вере в успех. Оптимизм и пессимизм. Жизненные трудности и проблемы. Типичные затруднения реализации жизненно важных намерений и способы их преодоления. Пути восстановления сил человека.

Видение. Аффирмация.

#### 4. Цели и конкретные шаги для их достижения

Выбор, принятие решения и планирование. Ситуация выбора. Механизмы выбора. Мудрость. План по вехам. Технология TOP. Проблемное поле. Развернутая формулировка проблемы. Смысл разрешения проблемы. Формулировка цели. Ресурсы. Помехи и их источники. Профилактика помех. План. Прецеденты. Последствия. Альтернативы.

#### 5. Идеальное «Я»

Реальное и идеальное «Я». Согласованность «Реального и идеального «Я». Построение образа «Я». Окно «Джохари». Я-концепция. Самопознание. Жизненный путь человека. Смысл жизни. Виды понимания смысла жизни. Личностный рост.

#### 6. Влияние окружения на нашу жизнь

Группа, команда, коллектив. Характеристика команды и коллектива. Отличия команды и коллектива. Преимущества и недостатки работы в команде. Роли в команде. Лидерство и руководство в группе. Лидер. Референтное лицо. Референтная группа. Карта значимых людей, организаций и сообществ. Переговоры. Факторы успешности переговоров. Сценарий идеальных переговоров.

#### 7. Ежедневные дела и их отражение на наши цели

Воля. Развитие волевой саморегуляции личности. Основные задачи волевой детерминации личностью собственной активности. Лень. Причины и пути преодоления. Выученная беспомощность. Прокрастинация. Перфекционизм. Механизмы, приемы и методы самодетерминации человеком собственной жизнедеятельности. Типичные затруднения реализации жизненно важных намерений и способы их преодоления.

#### 8. Профессия мечты

Профессия мечты. Трудовые отношения. Особенности различных трудовых сфер. Возможности для развития.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Информатика**

#### **Цель дисциплины:**

Научить студентов программировать на языке Python 3 на уровне, достаточном для использования ИКТ в курсе вычислительной математики, в исследовательской научной и в последующей профессиональной деятельности.

#### **Задачи дисциплины:**

1. Обеспечить чёткое понимание студентами основ информатики и ИКТ, включая некоторые области математики (системы счисления, логика, дискретная математика, теория графов);
2. сформировать у обучающихся представление о архитектуре ЭВМ, операционной системе и прикладных вычислительных процессах;
3. обучить студентов основным алгоритмам обработки числовой и текстовой информации;
4. сформировать у обучающихся навык использования языка программирования Python 3 для решения конкретных прикладных задач;
5. научить студентов писать программный код коллективно с использованием промышленного стиля программирования и утилит, необходимых при совместной работе над программным продуктом.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основы теории алгоритмов;
- свойства алгоритмов, проблемы алгоритмической сложности и алгоритмической неразрешимости;
- основы дискретной математики;
- основы алгоритмического языка программирования Python;
- общие характеристики интерпретируемых и компилируемых языков программирования;
- идеологию объектно-ориентированного подхода;

- общие понятия о структурах данных: стеки, очереди, списки, деревья, таблицы;
- основы архитектуры электронно-вычислительной машины (ЭВМ), представление информации в ЭВМ и архитектурные принципы повышения их производительности;
- основные принципы устройства и работы операционной системы;
- приёмы разработки программ;
- принципы программирования структур данных для современных программ, типовые решения, применяемые для создания программ;
- основные принципы построения и использования баз данных;
- основы работы с пакетами прикладных программ в области математики и физики.

**уметь:**

- Выбирать оптимальные алгоритмы для современных программ;
- разрабатывать полные законченные программы на одном из языков высокого уровня; программы на одном или нескольких языках программирования, как индивидуально, так и в команде, с использованием современных средств написания и отладки программ;
- применять объектно-ориентированный подход для написания программ;
- использовать знания по информатике для приложений в инновационной, конструкторско-технологической и производственно-технологической сферах деятельности;
- работать как на уровне языка командного интерпретатора, так и с использованием графического пользовательского интерфейса;
- использовать сигналы и оконные сообщения для взаимодействия процессов между собой и с операционной системой;
- создавать безопасные программы, использовать современные средства для написания и отладки программ;
- работать с пакетами прикладных программ, включая использование развитых графических возможностей этих пакетов.

**владеть:**

- Языком программирования Python и методами создания программ с использованием стандартных библиотек;
- средствами отладки программ на Python;
- навыками программирования с использованием средств операционной системы для решения исследовательских задач;
- основами работы с прикладными пакетами Python и принципами написания дополнительных модулей;

- навыками освоения современных архитектур ЭВМ.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Основы архитектуры ПК

Основы архитектуры компьютера. Принципы фон Неймана.

Операционная система. Место прикладных программ.

Разделы жесткого диска. Файловая система.

Виртуальные машины.

Компиляция и интерпретация.

Отличие интерпретируемых и компилируемых языков.

Свободное программное обеспечение. 4 свободы свободного ПО.

Свободные лицензии: GPL, MIT, BSD, Apache. Почему GPLv3 лучше

#### 2. Переменные в Python

Преимущества и недостатки языка Python 3

Дзен Python. Antigravity

Python2 и Python3

Ресурсы для обучения Python: [stepic.com](http://stepic.com), [checkio.org](http://checkio.org), [pythontutor.com](http://pythontutor.com)

Концепция присваивания в Python

Переменные, значения и их типы. Понятие о динамической типизации.

Обмен двух переменных значениями.

Кортежи и их использование.

Кортежи переменных. Обмен значений.

Арифметические операции. Возведение в степень, деление нацело.

«Hello, World!» на Python

#### 3. Однопроходные алгоритмы

Цикл while. Инструкции управления циклом.

Позиционные системы счисления

Литералы чисел в Python

Разложение числа на цифры.

Однопроходные алгоритмы: подсчёт, сумма, произведение.

Среднее арифметическое.

Среднеквадратическое отклонение: однопроходный алгоритм.

#### 4. Условный оператор и основы логики

Оператор if. Каскадная условная конструкция elif.

Логические операции в Python.

Основы алгебры логики

Однопроходные алгоритмы: поиск числа в потоке, максимум.

Тест простоты числа.

Разложение числа на множители.

#### 5. Строки в Python

ASCII и Unicode.

Тип str. Длина строки len(s). Неизменяемость строки.

Срезы строк.

Методы строк find, count, replace, startswith, endswith.

Наивный поиск подстроки в строке.

Приведение строки к числу с указанием системы счисления.

#### 6. Списки и алгоритмы на списках

Тип list. Изменяемость списка.

Ссылочная модель данных в Python. Операторы == и is. Копирование объектов.

Алгоритм обращения массива.

Алгоритм циклического сдвига в массиве.

Срезы списков. Присваивание в срез. Методы списка.

Стандартные функции len, max, min, sum.

Список строк. Методы split и join для строки.

Тип tuple как замороженный list.

#### 7. Цикл for и генераторы списков

Функция range()

Цикл for и его особенности в Python.

List comprehensions: генерация списков.

Двумерные массивы (списки списков). Вложенная генерация.

Использование списка как стека. Метод pop()

## 8. Функции в языке Python

Подключение модулей инструкцией import

Модуль math

Модуль random

Запись арифметических выражений в выражения на Python.

Создание функции в Python.

Полиморфизм в Python. Duck typing.

Значения параметров по умолчанию.

Именованные параметры.

## 9. Бисекция и сортировка списка

Поиск корня функции методом бисекции.

Поиск значения в упорядоченном массиве методом бисекции.

Случайное перемешивание массива в Python.

Сортировка обезьяны.

Сортировка вставками.

## 10. Нерекурсивные сортировки

Сортировка выбором.

Сортировка методом пузырька.

Сортировка дурака

Сортировка подсчётом.

Поразрядная сортировка.

Прагматическая сортировка TimSort.

Формы вызова A.sort() и sorted(A).

## 11. Рекурсия

Рекурсия. Прямой и обратный ход рекурсии.

Факториал числа.

Вычисление чисел Фибоначчи.



Проблема алгоритмической сложности задачи.

Ханойские башни.

Генерация всех перестановок (рекурсивная)

Максимальная глубина рекурсии в Python

## 12. Динамическое программирование

Одномерное динамическое программирование.

Двумерное динамическое программирование

Наибольшая общая подпоследовательность.

Наибольшая возрастающая подпоследовательность

Рекурсия с кешированием на примере факториала.

## 13. Рекурсивные сортировки

Рекурсивные сортировки. Быстрая сортировка. Сортировка слиянием.

Модуль `heapq`

Пирамида (куча). Пирамидальная сортировка.

Устойчивость сортировок.

## 14. Множества и словари в Python

Тип `set`. Множества и работа с ними.

Тип `dict`. Словарь (ассоциативный массив) и операции с ним.

Dict comprehensions: генерация множеств и словарей.

Частотный анализ для строк.

Генераторы, `yield`.

## 15. Обобщение пройденного материала

Скрипты командной строки на Python.

Анализ аргументов командной строки в Python

Операции с файлами и директориями в Python

## 16. Классы и исключения в Python

Классы в Python. Перегрузка операторов.

Исключения в Python. Генерирование и перехват исключений.

Списки: односвязный, двусвязный, кольцо.

17. Стек, дек и очередь

Стек. Дек.

Очередь.

Очередь с приоритетами. Пирамида (куча).

Очередь событий графического приложения.

18. Хеш-таблицы

Хеш-функция. Хеширование.

Открытая хеш-таблица.

Закрытая хеш-таблица.

Проблема удаления из закрытой хеш-таблицы. Перехеширование.

19. Введение в теорию графов

Введение в теорию графов.

Взвешенный граф.

Пути в графах.

Расстояние между двумя вершинами.

Графы и способы их представления: список рёбер, матрица смежности, списки смежности

20. Поиск в глубину

Определение дерева.

Остовное дерево графа.

Поиск в глубину.

Связность неориентированных графов: выделение компонент связности.

21. Поиск в ширину

Поиск в ширину.

Алгоритм Дейкстры.

Восстановление кратчайшего пути.

Алгоритм Флойда-Уоршелла \*

Алгоритм Беллмана-Форда \*

## 22. Гамильтонов и Эйлеров цикл

Построение гамильтонова цикла.

Эйлеров цикл. Эйлеров путь.

Минимальное остовное дерево. Алгоритм Прима.

## 23. Задача о коммивояжёре

Задача о коммивояжере

NP-полные задачи: решение среди экспоненциального множества кандидатов.

Сложные и простые задачи: сравнение нескольких пар задач, которые формулируются похоже, но имеют разную сложность

Приближенные алгоритмы для NP-полных задач.

## 24. Орграфы

Орграфы.

Сильно связные компоненты.

Поиск в глубину в ориентированных графах.

Ориентированные ациклические графы.

Топологическая сортировка.

## 25. Двоичные деревья поиска

Двоичное дерево поиска.

Декартово дерево («дуча»).

Балансировка деревьев. AVL-дерево. Красно-чёрное дерево.

## 26. Сравнение строк

Проверка равенства строк. Простой и вероятностный алгоритмы.

Вычисление расстояния Левенштейна.

Поиск подстроки в строке.

## 27. Поиск подстроки в строке

Алгоритм Рабина-Карпа

Конечный автомат для поиска подстроки «abcd», «ababc».

Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта \*

Алгоритм Ахо-Корасика \*

## 28. Особенности интерпретатора Python

Погружение в Python

lambda

декораторы

Передача функции как объекта

Виртуальная машина Python

Потребление памяти в Python

Проблемы ссылочной модели и глубокого копирования объектов

## 29. Основы языка C++

Введение в язык C++

Плюсы и минусы интерпретируемых языков

Типы целых чисел языка C++

Оператор цикла for в C++

Оператор ветвления if в C++

Функции в C++

Использование cpython

## 30. Обобщение курса

Продуктивность C++ против Python

Производительность работы программ

Разложение числа на множители

Оценка производительности модулем statistics

numpy написан на Си

Готовая реализация функции на cpython

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Испанский язык**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- основные категории философии, законы исторического развития, основы межкультурной коммуникации;
- системы этических и интеллектуальных ценностей и норм, их значения в истории общества;
- особенности видов речевой деятельности на испанском языке; основные особенности системы образования в Испании;
- основные фонетические, лексические и грамматические явления и структуры, используемые в устной и письменной речи при общении на испанском языке, их отличие от родного языка для аргументированного и логичного построения высказываний, позволяющих использовать изучаемый язык в повседневной, академической коммуникации;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения и речевого этикета страны изучаемого языка при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- культурно-специфические особенности менталитета, представлений, ценностей представителей испанской и латиноамериканской культур; основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции испаноязычных стран; поведенческие модели и сложившуюся картину мира носителей языка;
- виды коммуникативных намерений, соотношение коммуникативных намерений с замыслом и целью речевой коммуникации, типовые приемы и способы выражения коммуникативных намерений на испанском языке в устной и письменной речи, принципы понимания коммуникативных намерений собеседников;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- специфику использования вербальных и невербальных средств в ситуациях иноязычной коммуникации;
- риторические приемы, используемые в различных видах коммуникативных ситуаций;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- правила использования различных технических средств с целью поиска и извлечения иноязычной информации, основные правила определения релевантности и надежности иноязычных источников, анализа и синтеза информации;

- мировые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни;
- общие формы организации групповой работы; особенности поведения и интересы других участников; основы стратегического планирования работы команды для достижения поставленной цели;
- стандартные типы коммуникативных задач, цели и задачи деловых переговоров, социокультурные особенности ведения деловых переговоров, коммуникативно-прагматические и жанровые особенности переговоров;
- основные виды, универсальные правила, нормы официальных и деловых документов, особенности их стиля и оформления деловой переписки;
- базовую лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения.

**уметь:**

- понимать и использовать языковые средства во всех видах речевой деятельности на испанском языке;
- вести диалог на испанском языке в различных сферах общения: обиходно-бытовых, социально-культурных, общественной и академической.
- соблюдать речевой этикет в ситуациях повседневного и академического общения (устанавливать и поддерживать контакты, завершать беседу, запрашивать и сообщать информацию, побуждать к действию, выражать согласие/несогласие с мнением собеседника, просьбу);
- устно реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению начинать, вести/поддерживать и заканчивать диалог-расспрос об увиденном, прочитанном, диалог-обмен мнениями и соблюдая нормы речевого этикета, при необходимости используя стратегии восстановления сбоя в процессе коммуникации (переспрос, перефразирование и др.);
- письменно реализовывать коммуникативные намерения (информирование, запрос, просьба, согласие, отказ, извинение, благодарность);
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных текстов;
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме);
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- развертывать предложенный тезис в виде иллюстрации, детализации, разъяснения;
- использовать современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации в профессиональной деятельности, делового общения и саморазвития;

- подбирать литературу по теме, переводить и реферировать литературу, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;
- выбирать речевое поведение, тактики и стратегии в соответствии с целями и особенностями коммуникации;
- осуществлять устное и письменное иноязычное общение; реферировать и аннотировать иноязычные тексты;
- учитывать особенности поведения и интересы других участников коммуникации, анализировать возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строить продуктивное взаимодействие в коллективе;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения;
- распознавать и дифференцировать языковые и речевые явления, выделять основную и второстепенную информацию при чтении текстов и восприятии речи на слух, использовать типовые средства устной и письменной коммуникации в межличностном общении; применять адекватные коммуникативные средства в стандартных ситуациях общения;
- выполнять перевод текстов с испанского языка на государственный язык Российской Федерации с учетом лексико-грамматических и стилистических особенностей языка оригинала; языка перевода и стандартных способов решения коммуникативных задач;
- уметь выявлять и формулировать проблемы, возникающие в процессе изучения испанского языка; оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.

**владеть:**

- межкультурной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями: учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности; стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений; стратегиями восприятия, анализа, создания устных и письменных текстов разных типов;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности; когнитивными стратегиями для изучения иностранного языка; стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- технологиями командных коммуникаций, позволяющими достигать поставленной задачи
- риторическими техниками;
- различными видами чтения (поисковое, ознакомительное, аналитическое) с целью извлечения информации;
- коммуникативной технологией построения и порождения различных типов монологического высказывания (монолог-описание, монолог-приветствие, монолог-



рассуждение, монолог-сравнение, монологическая инструкция), подготовки, построение и презентации публичного выступления (выступление-сообщение, выступление- обзор прочитанного, увиденного, выступление-доказательство и т.д.)

- приемами выявления и осознания своих языковых возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования;
- умением понимать речь носителей и не носителей языка в нормальном темпе и адекватно реагировать с учетом культурных норм международного общения;
- умением вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на испанском языке;
- современными техническими средствами и информационно-коммуникативными технологиями для получения и обработки информации при изучении иностранного языка.
- умением создавать ясные, логичные высказывания монологического и диалогического характера в различных ситуациях бытового и профессионального общения, пользуясь необходимым набором средств коммуникации;
- приемами публичной речи и делового и профессионального дискурса на испанском языке.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Тема 1. Человек**

Персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания. Внешность, черты характера, привычки, взгляды на жизнь, умения и способности, потребности и интересы, ценности, идеалы, смысл жизни, достижения, профессия. Детство, отрочество и юность. Время, как самая большая ценность в жизни человека. Основные характеристики успешного человека. Успешность личности. Факторы успеха: гены, среда, характер. Преодоление трудностей.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: сообщать о себе: о внешности, чертах характера, о вредных и полезных привычках, взглядах на жизнь, умениях и способностях, потребностях и интересах, ценностях в жизни, своих идеалах, смысле жизни; задавать вопросы собеседнику по темам; описывать характер человека; сравнивать вещи или предметы; уметь оперировать числами, датами, днями недели, месяцами и пр.

#### **2. Тема 2. Мой дом, моя семья**

Генеалогическое дерево, семья, и быт, круг общения, повседневная жизнь, работа. Распределение ролей в семье. Семейные традиции. Жилье и одежда, приготовления пищи. Кулинарные предпочтения и кухня мира. Праздники, покупки, подарки. Одежда. Бытовые принадлежности. Жизнь в городе, недостатки и преимущества. Городская среда, инфраструктура города, проблемы и достижения.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: сообщать о семье, семейном положении, родственниках, степени родства, семейных традициях; логически строить высказывания по самостоятельно составленному плану о семейных праздниках, выборе подарка; давать характеристику различным предметам в быту; моделировать диалог в магазине подарков, одежды; аргументировать выбор подарка;

рассказать о стиле одежды на работе, дома, для праздника и особо важных мероприятий; используя монологические высказывания сравнивать жизнь в городе и деревне; описывать и сравнивать объекты для проживания в городе и деревне, инфраструктуру; вести диалог и выражать предпочтения об условиях проживания.

### 3. Тема 3. Развлечения и хобби

Время и времяпрепровождение. Свободное время. Спорт. Музыка. Чтение. Фотография. Танцы. Кино. Театр. Видеоигры. Коллекционирование. Творчество. Влияние хобби на жизнь человека. Хобби как способ самореализации или пустая трата времени.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: уметь описать свои развлечения и хобби; составлять рецензии на фильм, книгу, спектакль и т.д.; обсудить героев и содержание книги, фильма, мультфильма и т.д.; вести беседу о влиянии хобби на выбор профессии, дать обратную связь на прочитанную книгу, просмотренный фильм, музыку, фотовыставку и т.д.; обсуждать киноиндустрию, музыку, СМИ, выражать свое мнение о влиянии СМИ на общество; строить логические высказывания о влиянии хобби на жизнь человека.

### 4. Тема 4. Окружающий мир

Воздействие человека с окружающей средой. Погода и климат. Влияние человека на природу: атмосферу, леса, мировой океан, почву, животный мир. Отношения человека с окружающим миром. Современные экологические проблемы.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: строить логические высказывания о живых существах и их взаимодействии с окружающей средой; проблемах загрязнения и охраны окружающей среды, природных и техногенных катастрофах, стихийных бедствиях; положительном и отрицательном влиянии человека на природу и экологию земли; рассуждать о нерушимой связи человека и природы; участвовать в дискуссии о ценностях природных ресурсов, сохранения окружающей среды для будущих поколений.

### 5. Тема 5. Здоровый образ жизни

Здоровье и забота о нем. Медицинские услуги. Проблемы экологии и здоровья. Полезные, вредные привычки. Физическая культура и спорт. Режим дня. Влияние современных технологий на жизнь и здоровье человека.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: участвовать в обсуждении и рассказывать о полезных и вредных привычках; выражать согласие и несогласие в процессе дискуссии о здоровом образе жизни; вести диалог моделируя игровые ситуации по заданной теме; сравнить гастрономические привычки испанцев с привычками соотечественников; формулировать вопросы и ответы на вопросы о самочувствии и состоянии здоровья. Готовить сообщения с оценкой проблемы зависимости от мобильных устройств.

### 6. Тема 6. Путешествия

Великие путешественники. Посещение различных стран. Новые впечатления и открытия. География путешествий. Туризм и путешествие. Планирование поездки. Транспорт. Гостиницы, бронирование, сервис. Опыт путешествий.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать на тему каникул, отпуска; обсуждать виды путешествий, транспорт, посещение достопримечательностей; делиться новыми впечатлениями, опытом, необычными фактами; описывать географическое положение городов и стран; сравнивать культуру и обычаи разных стран; рассказывать о достопримечательностях; описывать процедуру бронирования гостиниц, хостелов, предлагаемый в них сервис; описывать способы путешествий разными транспортными средствами, передвижение по городу, используя метро, такси, автобусы; кратко рассказать о транспортной системе в своем городе.

#### 7. Тема 7. Социальная жизнь

Принадлежность и причастность к какой-либо социальной группе, коллективу и т.д. Участие в студенческих клубах или сообществах. Волонтерское движение. Благотворительность. Благоустройство. Участие в молодежных и социальных проектах. Молодежные инициативы. Социальная сознательность.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассказывать о собственной социальной позиции и социальной инициативе; осуществлять поиск необходимой информации по тематике; рассуждать на тему волонтерства и благотворительности, благоустройства города, кампуса и т.д.

#### 8. Тема 8. Культура и язык

Основные культурно-исторические вехи в развитии изучаемых стран. Особенности культуры. Культурологическое наследие испанского языка. Биографии знаменитых людей испаноязычного мира. основополагающие принципы межкультурной коммуникации и диалога культур. Культурная картина мира: представление о ценностях, нормах, нравах собственной культуры и культур других народов. Типы отношений между культурами. Языковая система. Коммуникативная функция языка. Различные формы языкового общения. Человеческая речь как средство передачи и получения основной массы жизненно важной информации. Соотношение человеческой речи и языковой системы в целом. Значение языка в культуре народов. Язык как специфическое средство хранения и передачи информации, а также управления человеческим поведением. Взаимосвязь языка, культуры и коммуникации. Культура языка, коммуникации языковой личности, идентичность, стереотипы сознания, картины мира и др.

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

#### 9. Тема 1. Образование

Роль образования в современном мире. Обучение в ВУЗе. Общество, основанное на знаниях. Образование через всю жизнь. Образование как ценность. Критерии выбора ВУЗа. Профессия будущего.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: суммировать основные идеи статьи о важности образования в современном обществе; сделать выводы о ценности образования на основе статистики; обсудить недостатки и

преимущества высшего образования; обсудить плюсы и минусы различных технологий обучения; дискутировать о профессиях будущего и собственном выборе профессии.

#### 10. Тема 2. Креативность и творчество

10 величайших открытий в разных областях науки. Случайные открытия и их роль в науке, экономные инновации, влияние технологий и образования на развитие творческих способностей, исследовательский потенциал. Научное творчество. Креативное мышление. Изобретательство как процесс решения инженерных задач.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассказывать об открытиях и изобретениях, случайных открытиях, и обсуждать их важность, влияние креативности мышления на развитие технологий; обсуждать доступность науки для всех возрастных категорий и возможность добиваться высоких результатов; участвовать в дискуссии на тему важности креативного мышления и творчества в науке, технике и учебном процессе.

#### 11. Тема 3. Жизненные ценности

Ценность жизни. Три основных круга жизненных ценностей: личная жизнь и отношения, работа и бизнес, собственное развитие. Влияние семьи и социума на формирование жизненных ценностей. Индивидуализация ценностей в жизни и самооценность. Представление о жизненных ценностях как ориентирах в жизни.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать о ценностных ориентирах в жизни человека, описывать собственное представление о жизненных ценностях, обмениваться мнениями о влиянии окружающей действительности и социума на формирование жизненных ценностей и собственного представления о ценности жизни.

#### 12. Тема 4. Экология и здоровье человека

Взаимосвязь экологии и здоровья человека. Зависимость уровня здоровья человека от качества естественной среды обитания. Экологические факторы – свойства среды, в которой мы живем. Гигиена и экология человека. Экология и ее влияние на жизнедеятельность. Роль экологического образования в рациональном природопользовании. Зависимость общественного здоровья от природных факторов.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обмениваться мнениями о роли экологии, гигиены на здоровье человека; рассуждать о зависимости здоровья человека от факторов окружающей среды; обсуждать влияние экологических факторов среды на здоровый образ жизни человека; составлять описательные эссе по тематике; делать выводы, формулировать мнение о роли экологического образования для сохранения естественной среды обитания на планете.

#### 13. Тема 5. Академическая мобильность

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

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: участвовать в полилоге, в том числе в форме дискуссии с соблюдением речевых норм и

правил поведения, принятых в странах изучаемого языка, запрашивая и обмениваясь информацией, высказывая и аргументируя свою точку зрения, возражая, расспрашивая собеседника и уточняя его мнения и точки зрения, беря на себя инициативу в разговоре, внося пояснения/дополнения, выражая эмоциональное отношение к высказанному/обсуждаемому/прочитанному/ увиденному; обсуждать преимущества международной академической мобильности; приводить примеры академической мобильности в иноязычной и родной культуре; решать проблемные вопросы, связанные с культурной адаптацией в международной академической среде; участвовать в ролевой игре по типичным ситуациям международной академической мобильности.

#### 14. Тема 6. Работа

Современный мир профессий, рынок труда и проблемы выбора будущей сферы трудовой и профессиональной деятельности, профессии, планы на ближайшее будущее. Значение труда в жизни человека. Сущность и функции работы для общества. Интересные профессии 21 века. Работа и карьера. Рынок труда и трудоустройство молодежи в современном мире.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: участвовать в дискуссии запрашивая и обмениваясь информацией, высказывая и аргументируя свою точку зрения о значении труда в жизни человека возражая, расспрашивая собеседника и уточняя его мнения и точки зрения, брать на себя инициативу в дискуссии, внося пояснения/дополнения, выражая эмоциональное отношение к высказанному/обсуждаемому/прочитанному/ увиденному; описывать планы на ближайшее будущее; объяснять и готовить монологические высказывания о роли работы и карьере, проблемах трудоустройства молодежи в современном мире.

#### 15. Тема 1. По страницам истории Испании. Образование и культура. Старейшие университеты Испании

История Испании. Хуан де Марианна – первый историк Испании. Формирование территориальных границ. Доисторическая Иберия. Доримское население Испании. Карфагенская и греческая цивилизации. Римская Испания. Правление варваров. Византийская Испания. Мусульманская Испания. Реконкиста. Золотой век Испании. Династия испанских королей. Эпоха Бурбонов. Реставрация Бурбонов. Революции и гражданские войны XIX века. Правление Франко. Переход к демократии. Смена правительств в XX веке. Филипп XVI и современное устройство власти. Феномен поколения «Испанских детей» и его влияние на социокультурный контекст.

Становление системы образования в Испании. История старейших университетов в мире: университет Саламанки, Университет Святого Духа в Оньате, Университет Кордовы. Образовательные возможности университетов во время Конкистадоров. Комплектование университетских библиотек. Создание первых университетских кампусов. Формирование научных сообществ. Получение грантов и стипендий при университетах. Перспективы образовательной политики Испании.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

участвовать в беседе о значимых исторических событиях; анализировать внешние и внутрисполитические процессы; аргументировать свою точку зрения на то или иное историческое событие; прогнозировать влияние исторических событий на ближайшее будущее время; сопоставлять полученные сведения с историей другого европейского

государства; рассуждать о современных проблемах в системе образования, поддерживать разговор на тему становления испанской образовательной системы; обмениваться опытом и сопоставлять испанскую образовательную систему с российской; говорить о достоинствах и недостатках получения высшего образования; прогнозировать возможные образовательные реформы и оценивать степень их влияния на развитие общеевропейской образовательного процесса.

## 16. Тема 2. Золотой век испанского театра.

Появление первых театральных трупп. Строительство первых испанских театров – Корралей. Формирование центров театральной культуры в Мадриде и Севилье. Появление первых драматургов: Хуан де ла Куэва и Лопе де Руэда. Произведения П. Кальдерона («Жизнь есть сон», «Благочестивая Марта»), Тирсо де Молины («Севильский озорник», «Дон Хиль зелёные штаны»), Лопе де Веги («Собака на сене», «Учитель танцев») на испанской сцене. Культура поведения зрителя в испанском театре. Опыт современных постановок репертуара Золотого века.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

дискутировать о философии, культуре, социальной жизни общества на примере драматургии; рассуждать о влиянии литературы на развитие театральной культуры; обсуждать роль театра в жизни общества; аргументировать собственную точку зрения на околотеатральные темы; узнавать жестовый язык коммуникации, заложенный в ремарках каждой пьесы; прогнозировать актуальность тем, которые могли бы быть интересны зрителю в современном театре.

## 17. Тема 3. Удивительный мир испанской литературы

Основные этапы развития испанской литературы. Разнообразие стилей и жанров в каждой конкретной эпохе. Средневековая литература («Песнь о моем Сиде», «Семь инфантов Лары»). Литература эпохи ренессанса («Книга жизни» Святой Терезы де ла Крус, «Жизнь Ласарильо де Тормеса»). Жанр рыцарских романов. М. Сервантес - автор «Дон Кихота». Литература эпохи барокко на примере творчества Луиса де Гонгоры, Франсиско Кеведо и Сор Хуаны. Становление эпохи романтизма и реализма: женская литература (Росалиа де Кастро). Современная испанская поэзия на примере группы «Поколение 98». Доступность литературы самому широкому кругу читателей.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать основные направления развития испанской литературы, проводить сопоставительный анализ перевода на русский язык; дискутировать на тему влияния литературы на общий исторический контекст; проводить интервью на тему любых литературных произведений; читать вслух и развивать навыки фонематического восприятия текстов разного языкового уровня; пересказывать краткое содержание основных сюжетных линий сложного литературного произведения; выражать собственное мнение о прочитанном.

#### 18. Тема 4. Три века испанской живописи

Этапы становления испанской живописи. Художники Золотого века: Эль Греко, Франсиско Сурбаран и Диего Веласкес. Появление первых испанских школ живописи. Творчество придворных испанских художников на примере Диего Веласкеса. Роль Сальвадора Дали и Пикассо в формировании современной художественной культуры. Коллекции испанских музеев живописи: Прадо, Гугенхайм, музей Сальвадора Дали.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: дискутировать о значимости живописи в социально-культурной жизни общества; описывать произведения искусства; выражать свою точку зрения на произведение живописи или её автора; обсуждать важность сохранения культурного наследия; принимать участие в дискуссии о современных методах репрезентации художественных произведений.

#### 19. Тема 5. История стран Латинской Америки

Америка в доколумбовую эпоху. Дешифровка письменности майя Ю. Кнорозовым. Завоевание Латинской Америки: эпоха конкистадоров. Образование в Латинской Америке независимых государств. Экскурс в историю Колумбии: колониальный период, образование колумбийской республики, современность. Уникальная культура Мексики в колониальный период, отделение Техаса, война с США, правление Порфирио Диаса, череда революций XX века. История Аргентины: эпоха индейцев, испанская колония, правление Росаса, два периода правления Хуана Перона. Страницы истории Чили: испанское заселение, обретение независимости, реформы во времена демократического правления, Эра Пиночета, эпохи президентов. Остров Куба: доколумбовая эра, войны за независимость, период правления Фиделя Кастро.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: дискутировать о социально-экономической сущности исторических процессов; проследить закономерность в развитии латиноамериканских стран; проводить компаративистский анализ разных стран Латинской Америки; выстраивать перспективы развития исходя из исторических предпосылок; выделять межрасовые различия разных народов Латинской Америки для невербальной и вербальной коммуникации.

#### 20. Тема 6. Образование и культура стран Латинской Америки

Высшие учебные заведения Латинской Америки: Национальный автономный университет Мексики, Чилийский государственный университет, Национальный университет Колумбии. Перспективы образовательных программ: система грантовой поддержки. Развитие онлайн курсов и программ дистанционного образования при ведущих латиноамериканских университетах. Программа научной мобильности. Международное сотрудничество.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать о современных проблемах в системе образования, поддерживать разговор на тему становления испанской образовательной системы; обмениваться опытом и сопоставлять испанскую образовательную систему с российской; говорить о достоинствах

и недостатках получения высшего образования; прогнозировать возможные образовательные реформы и оценивать степень их влияния на развитие общеевропейской образовательного процесса.

## 21. Тема 7. Жанр магического реализма в латиноамериканской литературе

Краткий экскурс в историю латиноамериканской литературы. Истоки магического реализма. Творчество Габриэль Гарсия Маркеса на примере романа «Сто лет одиночества». Личность Хулио Кортасара и особенности восприятия романов «Игра в классики» и «62 модель для сборки». Метафизика Хорхе Луис Борхеса в «Истории танго», издание журнала «Мартин Фьерро». Нобелевские лауреаты по латиноамериканской литературе: Пабло Неруда, Октавио Пас, Марио Варгас Льюса.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать основные направления развития испанской литературы, проводить сопоставительный анализ перевода на русский язык; дискутировать на тему влияния литературы на общий исторический контекст; проводить интервью на тему любых литературных произведений; читать вслух и развивать навыки фонематического восприятия текстов разного языкового уровня; пересказывать краткое содержание основных сюжетных линий сложного литературного произведения; выражать собственное мнение о прочитанном.

## 22. Тема 8. Кинематограф Испании и Латинской Америки

Кинематограф Испании. Первые годы испанского кинематографа. Расцвет немого кино. Кинематограф во время войны: Рафаэль Хиль и Хуан де Ордунья. Послевоенные годы: Хуан Антонио Бардем. Новое испанское кино на примере творчества Карлоса Сауры. Эпоха демократии в испанском кинематографе: Педро Альмодовар и Алехандро Аменабар. Международный кинофестиваль в Вальядолиде и премия Гойя. Кинематограф Латинской Америки. Аргентинские шестидесятники. Поэтика Фернандо Соланаса. Голоса мастеров мексиканского кинематографа: Артуро Рипстейн. Национальный Смотр новый режиссеров и выпускники Международной школы кино и телевидения на Кубе. Чилийское кино сопротивления на примере творчества Беатрис Гонсалес. Звездный час уругвайского кино: Хуан Пабло Ребелья и Пабло Штоль. Латиноамериканское кино на российском экране.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

уметь формулировать основную мысль просмотренного киноматериала; дискутировать вокруг основных проблем; анализировать сильные и слабые стороны кинематографа; выстраивать перспективу зрительского интереса; прогнозировать актуальность затрагиваемых проблем для социокультурного развития страны; изучать различные диалекты испаноговорящих стран; фокусировать внимание на передаче смысла речи путем невербальной и вербальной коммуникации.

## 23. Тема 1. Основы политологии



Политология как научная дисциплина. Центральные понятия. Становление и развитие, структура политической науки. Профессия политолога. Биографические сведения о выдающихся политиках и учёных-политологах прошлого. Политическая власть, формы и категории власти. Политический режим. Человек как субъект политики, политического поведения. Разновидности политического участия. Политическая культура. Внешняя политика. Политология и социология, политология и психология: взаимодействие.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

дискутировать о сущности профессии политолога, о структуре политологии, аргументировать свою точку зрения; участвовать в обсуждении различных политических режимов и форм власти; формулировать и анализировать проблемы по изученной теме; вести неподготовленный диалог по общественно-политической тематике.

#### 24. Тема 2. Государство

Сущность государства. Формы современного государства. Основные тенденции развития государственности в современном мире. Гражданское общество. Формы правления. Сферы деятельности государства. Государство и частная жизнь. Формирование человеческого капитала. Роль политической элиты. Обеспечение безопасности граждан. Цели государства. Государственно устройство Испании, стран Латинской Америки (ЛА). Геополитические интересы стран ЛА. Испания в современной системе международных отношений. Экспансия испанского языка в США, двуязычие. Роль католической церкви в странах ЛА. Внутренняя и внешняя политика стран ЛА- ключевые направления. Развитие отношений между странами ЛА и Россией.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной форме.; участвовать в обсуждении, излагать собственные суждения, обмениваться мнениями, участвовать в ситуационно-ролевой игре в виде пресс-конференции, выступить в том числе в роли переводчика; вести дискуссию в том числе с преподавателем по пройденным темам.

#### 25. Тема 3. Глобальные проблемы человечества

Критерии выделения глобальных проблем. Социально-политические проблемы. Проблемы социально-экономической отсталости развивающихся стран. Обзор научных знаний об изменении климата. Мировой технический прогресс и проблемы экологии. Ресурсы. Глобализация. Интересы корпораций (на примере стран ЛА). Права человека. Миграция – социальный аспект. Межэтнические конфликты. Наркобизнес (на примере стран ЛА). Террористическая угроза. Религиозный терроризм. Иммиграция и демографические процессы. Демографические проблемы. Урбанизация. Система здравоохранения. Мировая продовольственная проблема. Негативное влияние биотехнологий на окружающую среду, человека и животных.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

взаимодействовать в группе для определения методов решения исследовательской проблемы, выбора источников информации, способов ее сбора и анализа; обмениваться мнением по постановке задач и обсуждении критериев оценки результатов, четко формулировать возможности исполнения поставленных задач; высказывать как можно большее количество вариантов, отстаивать свою позицию, достигать компромисса; вести

дискуссию по заявленным темам, учитывая тип адресата, адаптируя речь к ситуации общения.

## 26. Тема 4. Международные организации. Корпоративная этика в Испании и странах Латинской Америки

Определение и признаки международных организаций. Классификация. Африканский союз. Андское сообщество наций. Всемирная ассоциация операторов атомных электростанций. Международное агентство по атомной энергии. ВТО. ООН. БРИКС. МЕРКОСУР. Роль международных неправительственных организаций. Актуальные проблемы международных организаций. Корпоративная философия и корпоративная культура. Виды, принципы и приоритеты, функции корпоративной культуры. Формирование целевого образа корпоративной культуры. Взаимосвязь ценностей и корпоративной культуры со стратегией развития бизнеса и предпринимательства. Современные концепции корпоративной культуры. Формирование кодекса корпоративной культуры в бизнесе и предпринимательстве. Роль корпоративной культуры в развитии предпринимательства и бизнеса. Культура как бренд. Коммуникации корпоративной культуры.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

участвовать в обсуждении, инсценировать переговоры в команде (составить и подписать соглашение), вести круглый стол, диалогическое общение в официальной и неофициальной обстановке, проводить дебаты, ролевые игры и т.д.; дискутировать о философии корпоративной культуры в формировании целевого образа компании как бренда, приводить практические примеры; рассуждать о обсуждать роль корпоративной культуры в развитии предпринимательства и бизнеса на основе комплекса убеждений, ценностей и ожиданий; участвовать в обсуждении изменений современных концепций формирования и функций корпоративной культуры; делать сообщения о выборе стратегии и принципов выстраивания корпоративной культуры в известных компаниях-гигантах.

## 27. Модуль 1. Испанский язык для общих целей

## 28. Модуль 2. Испанский язык для академических целей

## 29. Модуль 3. Испанский язык для специальных целей

## 30. Модуль 4. Испанский язык для международного сотрудничества

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **История и философия культуры**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов комплексного представления о фундаментальных закономерностях развития современной культуры и овладение основными подходами к ее изучению.

#### **Задачи дисциплины:**

- Формирование целостного представления об основных проблемах и событиях мировой и отечественной культуры, особенностях этапов ее развития;
- выработка навыков творчески исследовать сложные, теоретически нагруженные, гуманитарные тексты, актуализировать их смыслы;
- выработка умения определять собственные позиции и аргументировано отстаивать их, используя вопросноответные процедуры;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- выработка умения использовать теоретический материал по научно-философскому осмыслению феномена культуры для формирования научно обоснованной теоретической и общемировоззренческой позиции обучающихся;
- выработка творческого мышления, самостоятельности суждений, интереса к отечественному и мировому культурному наследию, его сохранению и преумножению.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные концепции различных этапов развития философии культуры, особенности этих этапов;
- понятия и термины, относящиеся к истории и философии культуры;
- отличительные свойства различных этапов развития мировой философской мысли и отдельных философских течений;
- суть наиболее значимых проблем философии культуры и основные варианты их решения в различных школах.

**уметь:**

- использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции;
- получать, понимать, изучать и критически анализировать научную информацию по тематике исследования и представлять результаты исследований;
- критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль профессиональной деятельности;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого переосмысления.

**владеть:**

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции;
- способностью к самоорганизации и самообразованию;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации;
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории и философии культуры.

**Темы и разделы курса:****1. Предмет и метод истории и философии культуры**

Понятие «философия культуры». Предмет философии культуры, ее актуальность и назначение. Особенность философской методологии в исследовании культур. Творческий характер философии культуры. Культура как путь самосознания человечества. Культура и мировоззрение. Классификация концепций культуры. Культура как системно-целостное единство форм, способов, продуктов деятельности, институтов, процессов и тенденций человеческого бытия. Культура в социальной среде.

**2. Формы и принципы истории и философии культуры**

Принципы современной философии культуры. Особенности форм философско-культурологического познания. Время и пространство культуры.

Социокультурная парадигма.

**3. История становления и развития философии культуры**

Место культуры в структуре современного знания о культуре, определение границы философии культуры и теории культуры. Культура как саморазвивающаяся система. Периоды развития культуры: Первобытная культура; Культура Древнего мира; Культура

Средних веков; Культура Возрождения или Ренессанса; Культура Нового Времени; Культура Новейшего Времени. Первобытность как культурный мир. Культурная роль собирательства, охоты, земледелия, скотоводства, ремесленничества. Расширяющийся мир духовной культуры. Круг проблем, рассматриваемых философией культуры. Основные этапы эволюции представлений в области философии культуры. Становление художественной культуры как синтеза материальной и духовной культуры. Становление полярностей в культуре и субкультуре. Тотальный разрыв культуры Нового времени с бытийной средой. Современная ситуация кризиса в культуре. «Новая телесность» в современной культуре. Границы «человеческого»/«технического». Феномен боли в контексте «новой телесности» и ее рефлексия в современном искусстве. Преломление идей медикализации в современной художественной культуре.

#### 4. Методологические основания философии культуры

Понятие «метод», «методика», «методология». Частные, общенаучные и философские методы. Специальные методы в познании культуры. Философия культуры как методологический уровень культурологии. Комплекс философских методов изучения культуры. Образ культуры в зеркале системной и синергетической методологии.

#### 5. Культура и природа

Культура как надприродная форма бытия. Экстравертность культуры по отношению к природе. Практические формы отношения культуры к природе. Способы производства, политика и практика природопользования, техникотехнологическое знание. Способы производства, политика и практика природопользования, техникотехнологическое знание. Диапазон форм отношения к природе: от обожествления природы и адаптации в ее реальностях до хищнического истребления и навязывания ей человеческой воли.

#### 6. Культура и общество

Коммуникативная природа культуры. Способы, виды и формы общения. Массовые коммуникации в культуре. Субкультуры. Культура социальных институтов. Культура как свободная деятельность. Проблема взаимодействия и взаимообогащения культур. Культура как творчество и форма самореализации человека и человечества. Понятие «границ человеческого» в условиях современного гиперреального общества. Понятие виртуальной реальности и ее роль в формировании картины мира. Виртуализация человеческого существования в современном обществе и культуре.

#### 7. Культура и человек

Создание мифов, религии и искусства; созидание теоретических образов мира (наука, философия, идеология). Человек как биосоциокультурное существо. Человек как творец и творение культуры. Ценностная природа человека. Языки культуры. Виртуализация человеческого существования в современном обществе и культуре. Нечеловеческое-человеческое.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **История и философия науки и технологий**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов комплексного представления о развитии технологий и научного знания, взаимосвязи научно-технологических достижений и политических, социально-экономических процессов, явлений в области религии, образования и культуры, получение систематизированных знаний об основных закономерностях и особенностях всемирно-исторического процесса и мирового и отечественного научно-технологического развития.

#### **Задачи дисциплины:**

- Формирование целостного представления об основных этапах научно-технологического развития человечества, особенностях этих этапов;
- выработка навыков выстраивания причинно-следственных связей между изменениями в жизни исторических обществ и их технологическими достижениями;
- выработка понимания места и роли области деятельности выпускника в общественном развитии, взаимосвязи с другими социальными институтами;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- выработка творческого мышления, самостоятельности суждений, интереса к отечественному и мировому культурному и научному наследию, его сохранению и преумножению.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные этапы научно-технологического развития человечества, особенности этих этапов;
- понятия и термины, относящиеся к истории науки и технологий;
- основные проблемы и историографические концепции истории науки и технологий.

##### **уметь:**

- анализировать проблемы истории научно-технологического развития России и мира, устанавливать причинно-следственные связи между событиями и процессами;
- составлять рефераты по заданной тематике;
- правильно оценивать и отбирать нужную информацию, анализировать, систематизировать и обобщать ее;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа.

#### **Владеть:**

- представлениями о ключевых событиях российской и всемирной истории, связанных с основными научно-технологическими изменениями;
- навыками анализа исторических источников;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации;
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории науки и технологий России и мира.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Развитие науки и технологий в исторической перспективе: основные подходы к изучению.

История в системе социально-гуманитарных наук. Основы методологии исторической науки. История изучения и актуальные подходы к изучению научно-технического развития. Понятие технического, техники, технологии. Понятие науки. Представление о «нормальной науке» и «научной революции», «научном сообществе». Ученый и инженер как социальная роль, статус, профессия. Взаимосвязь и взаимовлияние научно-технологического развития и социальных, политических, экономических процессов.

2. Технологии первобытного общества и Древнего мира.

Сельскохозяйственная революция как первая технологическая революция в истории. Роль зернового земледелия. Природно-географические факторы развития первых цивилизаций и дискуссии о концепции сельскохозяйственной революции Дж. Даймонда и Дж. Скотта.

Научные и технологические знания в античном мире, Аристотель как «первый ученый»? Дискуссии о роли церкви и богословия в развитии научных познаний в Западной Европе, влияние космогонии и физики Аристотеля в Средние века. Проблема европоцентризма в изучении истории науки и техники. Рецепция наследия античности в арабском мире и влияние арабской науки в средневековой Европе. Знания и технологии в Древнем Китае. «Парадокс Нидхэма».

3. Наука и технологии на пороге Нового времени.

Рождение науки в современном понимании, ее теоретические и институциональные основания. Придворное общество и патронаж как факторы развития науки. Галилео Галилей при дворе Медичи. Размежевание научного и «ненаучного»: роль и место алхимии в развитии раннего научного знания. Становление и институционализация эксперимента как способа производства, доказывания и презентации научных знаний. Эксперименты Р.Бойля. Проблема прикладной применимости ранних научных знаний. Научное знание в России от Петра I до Екатерины II, рождение Академии наук.

«Революция в военном деле»: от изобретения пороха до массового использования огнестрельного оружия. Проблема низкой эффективности раннего огнестрельного оружия. Организационные инновации в военном деле. Почему «революция в военном деле» произошла в Западной Европе, а не в Китае? Влияние перехода к массовому использованию огнестрельного оружия на становление современной бюрократии: концепция «военно-фискального государства» и преобразования Петра I в России.

У истоков промышленной революции: паровой двигатель. Первые попытки использования парового двигателя в Западной Европе и России. Проблема разрыва между научным знанием и технологиями на раннем этапе промышленной революции. Эпоха Просвещения и «промышленное Просвещение». Экономический и институциональный контекст внедрения парового двигателя в Англии. Предпосылки для возникновения промышленной революции.

4. Наука и технологии в XIX столетии.

4. Наука и технологии в XIX столетии.

От кустарного к фабричному производству. Движение к стандартизации и взаимозаменяемости деталей в массовом производстве. Развитие оружейной промышленности в России и мире в XIX веке.

Изобретение исследовательского университета. Упадок классического университета в XVIII столетии. Наполеоновский университет. Гумбольдт и новая модель университета в контексте прусского политического проекта. От гумбольдтовского университета к становлению новой модели исследовательского университета в США. Рождение научной лаборатории, ее социальная организация и социальные преобразования. Развитие технического образования. Начало планирования науки, централизация научных учреждений, образования. Возникновение и эволюция технических наук. Университеты и университетская наука в императорской России. Д.И. Менделеев и его таблица в контексте становления современной науки.



Паровоз, пароход, телеграф: новые технологии транспорта, связи. Социальное конструирование технологий и их социально-экономическое, культурное влияние. Технологическое развитие и европейский колониализм XIX века.

## 5. Основные проблемы научно-технического развития в XX – начале XXI в.

Научно-техническая революция XX века: основные контуры. Первая мировая война и ее влияние на развитие науки и техники. Форсированная индустриализация в СССР и становление советской модели организации науки. Наследие царского времени, советские инновации и международные модели. Научно-исследовательский институт как форма организации научной деятельности в СССР.

Феномен «большой науки» в мире и СССР в послевоенный период: институциональные аспекты. Доклад В. Буша (Science, the Endless Frontier) в США. Особенности организации научно-технологического комплекса в СССР: роль Академии наук, вузов, отраслевых институтов. «Холодная война», гонка вооружений и научно-техническое развитие. Советская физика. Советский атомный проект.

Наука и технологии в советском обществе и культуре. Советская научно-технической интеллигенции: от «старых» спецов к служащим советского государства. Ученый и инженер как массовая профессия в послевоенный период. Феномен «наукоградов», новосибирский Академгородок. Наука и техника в советской массовой культуре.

От технологического энтузиазма к критике научно-технического прогресса в мире в послевоенный период. Доклад Римскому клубу «Пределы роста». Экологическое движение в мире и в СССР. Устойчивое развитие. Постколониализм.

Трансформация научно-технологической сферы к концу XX века. Понятие инноваций, цикл и формы организации инновационного процесса. Наука в эпоху глобализации. Новый менеджериализм в науке и высшей школе, его критика. Советские НТР в позднесоветский и постсоветский период: институциональные, организационные и профессиональные преемственности и трансформации.

Новые технологии XXI века и связанные с ними этические и социальные вызовы. Цифровые технологии и основные тенденции их развития. Когнитивный капитализм: знания и информация как важнейшие факторы современного производства. Цифровое неравенство, цифровые идентичности, онлайн сообщества, цифровые пространства. Киборги, постгуманизм, «умные» технологии и реконфигурации человеческой-нечеловеческой агентности.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **История России**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов комплексного представления об историческом развитии России, ее месте в мировой и европейской цивилизации, систематизированные знания об основных закономерностях и особенностях всемирно-исторического процесса, с акцентом на изучение истории России.

#### **Задачи дисциплины:**

- Знание движущих сил и закономерностей исторического процесса; места человека в историческом процессе, политической организации общества;
- понимание гражданственности и патриотизма как преданности своему Отечеству, стремления своими действиями служить его интересам, в т.ч. и защите национальных интересов России;
- понимание многообразия культур и цивилизаций в их взаимодействии, многовариантности исторического процесса;
- понимание места и роли области деятельности выпускника в общественном развитии, взаимосвязи с другими социальными институтами;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- творческое мышление, самостоятельность суждений, интерес к отечественному и мировому культурному и научному наследию, его сохранению и преумножению.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные закономерности исторического процесса;
- этапы исторического развития России, периодизацию и хронологию ее истории;
- место и роль России в истории человечества и в современном мире;
- основные факты, события, явления и процессы, ключевые даты, географические реалии и персоналии истории России в их взаимосвязи и в хронологической последовательности;
- понятия и термины, относящиеся к истории России;

– основные проблемы и историографические концепции отечественной истории.

**уметь:**

- Анализировать проблемы истории России, устанавливать причинно-следственные связи;
- анализировать и оценивать социальную и экономическую информацию;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа;
- составлять рефераты по заданной тематике;
- правильно оценивать и отбирать нужную информацию, анализировать, систематизировать и обобщать ее.

**владеть:**

- Общенаучными и специальными историческими методами, способами и средствами исследований в области отечественной истории;
- представлениями о событиях российской и всемирной истории, основанными на принципе историзма;
- навыками анализа исторических источников;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации.
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории России.

**Темы и разделы курса:**

1. История в системе социально-гуманитарных наук. Источниковедение и историография истории России

Место истории в системе наук. Объект и предмет исторической науки. Роль теории в познании прошлого. Теория и методология исторической науки. Сущность, формы, функции исторического знания. История России – неотъемлемая часть всемирной истории: общее и особенное в историческом развитии. Основные направления современной исторической науки. Становление и развитие историографии как научной дисциплины. Источники по отечественной истории. Способы и формы получения, анализа и сохранения исторической информации. Факторы исторического развития: природно-климатический, этнический, экономический, культурно-политический. Хронология и периодизация мировой истории, ее варианты и принципы выделения этапов истории человечества, концепции исторического развития

2. Восточные славяне. Древняя Русь. Русские земли в XII – первой трети XIII в.

Заселение Восточной Европы. Северное Причерноморье в I тыс. до н.э. – начале I тыс.н.э. Славяне и Великое переселение народов (IV–VI вв.). Славянские племена в Европе и их соседи. Византия и народы Восточной Европы. Быт и хозяйство восточных славян.

Общественные отношения и верования. Славянский пантеон и языческие обряды. Проблемы этногенеза и ранней истории славян в исторической науке.

Становление русской государственности. Формирование союзов племен. Вече и его роль в древнеславянском обществе. Князь и дружина. Торговый путь «из варяг в греки». Легенда о призвании варягов и ее исторические основания.

Первые русские князья и их деятельность: военные походы и реформы. Дань и данничество.

Образование Древнерусского государства. Эволюция древнерусской государственности в XI–XII вв.: от единовластия до междоусобицы. Древнерусский город. Военные, дипломатические и торговые контакты Руси и Византии в IX–X вв. Владимир Святой. Введение христианства и его культурно-историческое значение.

Средневековье как стадия исторического процесса в Западной Европе, на Востоке и в России: технологии, производственные отношения и способы эксплуатации, политические системы. Феодализм Западной Европы и социально-экономический строй Древней Руси: сходства и различия. Властные традиции и институты в государствах Восточной, Центральной и Северной Европы в раннем средневековье. Соседи Древней Руси в IX–XII вв.: Византия, славянские страны, Западная Европа, Хазария, Волжская Булгария. Международные связи древнерусских земель. Культурные влияния Востока и Запада.

Древнерусское государство в оценках современных историков. Дискуссия о характере общественно-экономической формации в отечественной науке.

Ярослав Мудрый. «Русская правда». Власть и собственность. Основные категории населения. Князь и боярство. Истоки русской культуры. Становление национальной культуры. Устное народное творчество. Славянская письменность. Древнерусская литература.

Причины раздробленности. Междоусобная борьба князей. Крупнейшие земли и княжества Руси, их особенности. Великий Новгород. Хозяйственное, социальное и политическое развитие. Владимиро-Суздальское княжество. Роль городов и ремесла. Политическое устройство. Галицко-Волынское княжество. Земледелие, города и ремесло. Роль боярства. Объединение княжества при Романе Мстиславиче и Данииле Галицком

### 3. Монгольское завоевание и иго. Русские земли в XIII–XIV веках

Общественно-экономический строй монгольских племен. Образование монгольской державы. Причины и направления монгольской экспансии. Улус Джучи. Ордынское нашествие на Русь. Образование Золотой Орды, ее социально-экономическое и политическое устройство. Русь под властью Золотой Орды. Александр Невский и Даниил Галицкий. Имперский порядок. Иго и дискуссия о его роли в становлении Русского государства. Исламизация Орды и православная церковь.

Агрессия крестоносцев в прибалтийские земли. Рыцарские ордены. Борьба народов Прибалтики и Руси против крестоносцев. Разгром шведов на Неве. Ледовое побоище. Объединение литовских земель и становление литовского государства. Русские земли в составе Великого княжества Литовского.

Восстановление экономического уровня после нашествия монголо-татар. Формы собственности и категории населения. Князь, боярство, дворянство. Город и ремесло. Церковь и духовенство, еретические движения.

Русь и Золотая Орда в XIV в.: борьба за великое княжение. Экономическое и политическое усиление Московского княжества. Борьба Москвы и Твери. Иван Калита. Дмитрий Донской и начало борьбы за свержение ордынского ига. Битва на Воже. Куликовская битва и ее значение. Обособление западных территорий Руси. Великое княжество Литовское и Польша. Особое положение Новгородской республики. Отношения с Москвой

#### 4. Московское государство в XVI–XVII вв.

Усиление Московского государства. Завершение процесса собирания восточных русских земель. Иван III. Присоединение Новгорода и других земель. Битва на р. Угре. Образование единого Русского государства. Политический строй. Формирование органов центральной и местной власти. Судебник 1497 г. Боярская дума. Государев двор. Приказы. Испомещивание как форма оплаты труда «чиновников». Организация войска. Церковь и великокняжеская власть. Борьба иосифлян и нестяжателей. Нил Сорский и Иосиф Волоцкий. Церковный собор 1503 г.

Территория и население России в XVI в. Василий III и его политика. Елена Глинская. Боярское правление. Венчание на царство Ивана Грозного, формирование самодержавной идеологии. Избранная Рада и ее реформы. Земский собор. Судебник 1550 г. Церковь и государство. Стоглавый собор. Военные преобразования.

Основные направления внешней политики Ивана IV. Включение в состав Руси Казанского, Астраханского ханства и начало присоединения Сибири. Укрепление позиций России на Кавказе. Отношения с Крымским ханством. «Дикое поле». Казачество. Борьба за выход к Балтийскому морю. Ливонская война (1558–1583 гг.). Образование Речи Посполитой (1569 г.).

Опричнина и причины ее введения. Опричный террор. Социально-экономические и политические последствия опричнины.

Федор Иоаннович. Внешняя политика России в конце XVI в. Учреждение патриаршества. Строительство укреплений на южных и западных рубежах. Проблема престолонаследия. Борис Годунов и его политика. Учреждение патриаршества.

Экологический кризис и восстания начала XVII в. XVII век – эпоха всеобщего европейского кризиса. Синхронность кризисных ситуаций в разных странах. Начало Смуты. Самозванцы. Участие Польши и Швеции в Смуте. Семибоярщина. Интервенция. Первое и второе ополчения. Кузьма Минин и Дмитрий Пожарский. Земский собор 1613 г. и начало правления Романовых.

Территория и население России в XVII в. Внутренняя и внешняя политика первых Романовых. Соборное уложение 1649 г. Юридическое оформление крепостного права и сословных функций. Городские восстания середины XVII столетия. Политический строй России. Развитие приказной системы. Падение роли Боярской думы и земских соборов. Особенности сословно-представительной монархии в России. Дискуссии о генезисе самодержавия. Реформы Никона и церковный раскол. Культурное и политическое значение. Крестьянская война под предводительством Степана Разина.

Основные направления внешней политики России в XVII в. Присоединение Левобережной Украины. Войны со Швецией и Турцией. Освоение Сибири и Дальнего Востока.

«Обмирщение» русской культуры в XVII в. Расширение культурных связей с Западной Европой. Создание школ. Славяно-греко-латинская академия. Новые жанры в литературе.

## 5. Россия и мир в XVIII–XIX веках: попытки модернизации и промышленный переворот

Процесс модернизации западного мира. Зарождение нового хозяйственного уклада в экономике. Петр I: борьба за преобразование традиционного общества в России. Основные направления «европеизации» страны. Эволюция социальной структуры общества. Развитие тяжелой и легкой промышленности. Создание Балтийского флота и регулярной армии. Церковная реформа. Провозглашение России империей. Усвоение европейской технической культуры и принципов эффективного государственного управления. Внешняя политика России при Петре I. Азовские походы. Великое посольство. Участие России в Северной войне. Ништадтский мир. Прутский поход. Укрепление позиций России в Причерноморье. Освещение петровских реформ в современной отечественной историографии.

Эпоха дворцовых переворотов. Екатерина I. Верховный Тайный совет. Петр II. «Затейка» верховников и воцарение Анны Иоанновны. Бироновщина. Политическая борьба и дворцовый переворот 1741 г. Социально-экономическая политика Елизаветы Петровны. Участие России в Семилетней войне. Правление Петра III. Дворцовый переворот 1762 г. и воцарение Екатерины II.

«Просвещенный абсолютизм» и его особенности в Австрии, Пруссии, России. Участие России в общеевропейских конфликтах — войнах за Польское и Австрийское наследство, в Семилетней войне. «Османский фактор» европейской политики; вклад России в борьбу с турецкой угрозой. Упрочение международного авторитета страны.

Екатерина II: истоки и сущность дуализма внутренней политики. «Просвещенный абсолютизм». Восстание под предводительством Емельяна Пугачева. Характер и направленность реформ Екатерины Великой. Новый юридический статус дворянства. Разделы Польши. Присоединение Крыма и ряда других территорий на юге. Внутренняя и внешняя политика Павла I. Русская культура в середине XVIII в. Идеи Просвещения и просвещенное общество в России. Достижения архитектуры и изобразительного искусства. Барокко и классицизм в России.

Территория и население империи. Особенности российской колонизации. Роль географического фактора в социально-экономическом и политическом развитии России. Национальный вопрос. Социальная структура. Дворянство. Духовенство. Городское население. Крестьянство. Казачество. Социальный и культурный разрыв между сословиями. Аристократическая культура и «культура безмолвствующего большинства».

Реформы начала царствования Александра I. Идейная борьба. М.М. Сперанский, Н.Н. Новосильцев, Н.М. Карамзин. Французская революция и её влияние на политическое и социокультурное развитие стран Европы. Отечественная война 1812 г. Россия в 1815–1825 гг. Конституционные проекты. Причины неудач реформ Александра I. А.А. Аракчеев. Военные поселения. Общественные движения и восстание декабристов. Значение победы России в войне против Наполеона и освободительного похода России в Европу для

укрепления международных позиций России. Российское самодержавие и «Священный Союз». Изменение политического курса в начале 20-х гг. XIX в.: причины и последствия.

Николай I. Смена политических приоритетов. Роль бюрократии. Официальный национализм. Консерватизм в государственно-правовой и идеологической сферах. Внутренняя политика Николая I. Российская правовая система. Свод законов Российской империи. Государство. Особенности российской монархии. Система министерств. Россия и христианские народы Балканского полуострова. Российская империя и мусульманские народы Кавказа. Кавказская война. Закавказье в политике Российской империи; борьба с Ираном за территории и влияние. Вхождение Закавказья в состав России. Россия и европейские революции 1830–1831 гг., 1848–1849 гг. Крымская война и крах «Венской системы».

Реформы Александра II. Крестьянский вопрос: этапы решения. Предпосылки и причины отмены крепостного права. Дискуссия об экономическом кризисе системы крепостничества в России. Отмена крепостного права и её итоги: экономический и социальный аспекты. Судебная, земская и военная реформы. Финансовые преобразования. Реформы в области просвещения и печати. Итоги реформ, их историческое значение. Либералы и консерваторы власти. Социалистические идеи в России. Российские радикалы: от нигилистов к бунтарям, пропагандистам и заговорщикам. От народнических кружков к «Народной воле». Правительственные репрессии и революционный террор. Убийство Александра II.

Промышленный переворот в Европе и России: общее и особенное. Утверждение полиэтничного и поликонфессионального государства. Российская экономика конца XIX – начала XX вв.: подъемы и кризисы, их причины. Доля иностранного капитала в российской добывающей и обрабатывающей промышленности. Завершение промышленного переворота. Изменения социальной структуры общества в условиях индустриального развития. Кризис дворянства и крестьянства. Формирование новых социальных слоев. Буржуазия и пролетариат.

Консервативный курс Александра III. Ограничение реформ. Ужесточение цензуры. Сословная и национальная политика правительства. Общественное движение: спад и новый подъем.

Отмена условий Парижского мира. «Союз трех императоров». Россия и Восток. Россия и славянский вопрос. Русско-турецкая война 1877–1878 гг. и ее результаты. Россия и европейские державы. Присоединение Средней Азии.

Поиск национально-политической идентичности. Славянофилы. Западники. Правительственная идеология и рождение теории «официальной народности». Развитие науки и техники в России в первой половине XIX в. Открытия и технические изобретения. Литература и книгоиздание. Стили и направления в литературе: сентиментализм, романтизм, реализм. Музыкальная культура. Живопись: от классицизма к романтизму и реализму. Архитектура. Театр. Великие реформы и русская культура. Перемены в системе образования: училища, школы, гимназии, университеты. Развитие науки и техники. Золотой век русской литературы. Просвещенный дворянин и «дикий» помещик. Значение дворянской культуры в истории России.

6. Россия в эпоху великих потрясений: 1900-е – 1930-е гг.

Россия в начале XX в. Противоречия «русского капитализма». Русско-японская война. Революция 1905-1907 гг. Становление российского парламентаризма. Государственная дума и Государственный совет. Экономические реформы С.Ю. Витте и П.А. Столыпина. Россия в системе международных отношений.

Россия в Первой мировой войне. Кризис власти в годы войны и его истоки. Февральская революция. Временное правительство и Петроградский Совет. Социально-экономическая политика новой власти. Кризисы власти. Большевистская стратегия: причины победы. Октябрь 1917 г. Экономическая программа большевиков. Гражданская война и интервенция. Первые шаги советской власти. Становление новой правовой системы: от первых декретов до Конституции 1918 г. Экономические, социальные и политические аспекты политики «военного коммунизма». Кризис «военного коммунизма». Новая экономическая политика (нэп): сущность и направления. Гражданская война. Причины поражения антибольшевистских сил.

Основные направления общественно-политического и государственного развития СССР в 20–30-е годы. Возвышение И.В. Сталина. Форсированная индустриализация: предпосылки, источники накопления, метод, темпы. Политика сплошной коллективизации сельского хозяйства, ее экономические и социальные последствия

## 7. Великая Отечественная война. Ничто не забыто: преступления гитлеровского нацизма на территории СССР

СССР во второй мировой и Великой Отечественной войнах. Общество в годы войны. Партизанское движение. Основные этапы военных действий. Начальный этап войны. Московская битва. Сражения весны – лета 1942 г. Сталинградская и Курская битвы, коренной перелом в ходе войны. «Десять сталинских ударов» – сражения 1944 г. Операция «Багратион». Завершающий этап войны. Взятие Берлина.

Советское военное искусство. Героизм советских людей в годы войны. Роль советского тыла. Государственный строй. Милитаризация аппарата. Управление экономикой в военное время. Влияние довоенной модернизации экономики на ход военных действий. Решающий вклад Советского Союза в разгром фашизма. Тегеранская, Ялтинская, Потсдамская конференции.

Идеологические основы нацистских преступлений против человечности на оккупированных территориях Советского Союза. Идея «обеспечения жизненного пространства» в идеологии Третьего Рейха. Преступления против мирного населения на оккупированных советских территориях. Понятие геноцида. Процессы против гитлеровских преступников. Харьковский трибунал. Нюрнбергский трибунал и его значение. Преступления японских оккупационных сил на территории СССР, Токийский трибунал.

## 8. СССР во второй половине XX в. Россия в конце XX – начале XXI вв.

Восстановление народного хозяйства. Власть и общество в первые послевоенные годы. Приход к власти Н.С. Хрущева. Попытки обновления социалистической системы. Экономические реформы 1950-1960-х годов, причины их неудач. «Оттепель» в духовной



сфере. Значение XX и XXII съездов КПСС. Место СССР в послевоенном мире. Начало «холодной войны» и ее влияние на экономику и внешнюю политику. Карибский кризис (1962 г.). СССР в 1964–1985 гг. Теория развитого социализма. Попытки модернизации: реформа А.Н. Косыгина. Международное положение СССР. Война в Афганистане. Заключительный этап «холодной войны».

Причины и первые попытки всестороннего реформирования советской системы в 1980-е гг. Цели и основные этапы «перестройки». «Новое политическое мышление» и изменение геополитического положения СССР. Внешняя политика СССР в 1985–1991 гг. Конец «холодной войны». Распад СССР. Образование СНГ. Изменения экономического и политического строя в России 1990-х гг. Конституционный кризис в России 1993 г. и демонтаж системы власти Советов. Конституция РФ 1993 г. Военно-политический кризис в Чечне. Внешняя политика Российской Федерации в 1991–1999 г. Политические партии и общественные движения России на современном этапе. Россия и СНГ. Россия в системе мировой экономики и международных связей. Глобализация мирового экономического, политического и культурного пространства. Конец однополярного мира. Региональные и глобальные интересы России. Воссоединение Крыма с Россией и рост международной напряженности в 2010-х гг.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **История**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов комплексного представления об историческом развитии России, ее месте в мировой и европейской цивилизации, систематизированные знания об основных закономерностях и особенностях всемирно-исторического процесса, с акцентом на изучение истории России.

#### **Задачи дисциплины:**

- Знание движущих сил и закономерностей исторического процесса; места человека в историческом процессе, политической организации общества;
- понимание гражданственности и патриотизма как преданности своему Отечеству, стремления своими действиями служить его интересам, в т.ч. и защите национальных интересов России;
- воспитание нравственности, морали, толерантности;
- понимание многообразия культур и цивилизаций в их взаимодействии, многовариантности исторического процесса;
- понимание места и роли области деятельности выпускника в общественном развитии, взаимосвязи с другими социальными институтами;
- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации, умения логически мыслить;
- творческое мышление, самостоятельность суждений, интерес к отечественному и мировому культурному и научному наследию, его сохранению и преумножению.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные закономерности исторического процесса;
- этапы исторического развития России, периодизацию и хронологию ее истории;
- место и роль России в истории человечества и в современном мире;
- основные факты, события, явления и процессы, ключевые даты, географические реалии и персоналии истории России в их взаимосвязи и в хронологической последовательности;

- понятия и термины, относящиеся к истории России;
- основные проблемы и историографические концепции отечественной истории.

**уметь:**

- Анализировать проблемы истории России, устанавливать причинно-следственные связи;
- анализировать и оценивать социальную и экономическую информацию;
- планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа;
- составлять рефераты по заданной тематике;
- правильно оценивать и отбирать нужную информацию, анализировать, систематизировать и обобщать ее.

**владеть:**

- Общенаучными и специальными историческими методами, способами и средствами исследований в области отечественной истории;
- представлениями о событиях российской и всемирной истории, основанными на принципе историзма;
- навыками анализа исторических источников;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками критического восприятия информации.
- базовой терминологией и понятийным аппаратом в области истории России.

**Темы и разделы курса:**

1. История в системе социально-гуманитарных наук. Основы методологии исторической науки.

Место истории в системе наук. Объект и предмет исторической науки. Роль теории в познании прошлого. Теория и методология исторической науки. Сущность, формы, функции исторического знания. История России – неотъемлемая часть всемирной истории: общее и особенное в историческом развитии. Основные направления современной исторической науки. Становление и развитие историографии как научной дисциплины. Источники по отечественной истории. Способы и формы получения, анализа и сохранения исторической информации. Факторы исторического развития: природно-климатический, этнический, экономический, культурно-политический. Хронология и периодизация мировой истории, ее варианты и принципы выделения этапов истории человечества, концепции исторического развития.

## 2. История первобытного общества. Цивилизации Древнего Востока. История античного мира.

Антропогенез, история антропологии и современные представления о появлении и развитии сапиенсов. Природно-географические условия формирования рода Номо. Появление видов в роде Номо, дискуссия о причинах их вымирания. Материальная культура сапиенсов и других разумных видов. Роль археологии и изучения древней ДНК в исследованиях проблем истории первобытного человека и первобытного общества. Палеолит, мезолит и неолит, их особенности в разных регионах.

Предмет истории Древнего Востока и понятийный аппарат. Типология древневосточных цивилизаций. Хронология и периодизация. Становление и развитие египтологии в XIX–XX вв. Природные условия Древнего Египта. Эволюция египетского языка и виды египетской письменности. Принципы периодизации истории и хронология Древнего Египта. Основные типы источников. Додинастический период. «Классическая» теория образования государства в Египте. Современные теории политогенеза в Египте во второй пол. IV тыс. до н.э. Раннее царство (I–II династии). Объединение Египта в единое государство. Древнее царство (III–VIII династии). Начало абсолютизации царской власти в период правления Нечерхета (Джосера). Начало возведения пирамид при Снофру и его дальнейшая трансформация. Египетская экономика в период Древнего Царства: царские, храмовые и вельможные хозяйства. Причины краха Древнего Царства и его последствия. Среднее Царство. Гиксосы, характер их проникновения в Египет и этнический состав. Формирование египетского «империализма» при первых фараонах XVIII династии (Аменхотеп I, Тутмос I, Тутмос II). Религиозная реформа Аменхотепа IV, возможные причины. Войны Рамсеса II, хеттско-египетские конфликты и взаимоотношения. Переход к обороне рубежей Египта в правление Мернептаха. Вторжения ливийцев и «народов моря», их роль в кризисе цивилизаций бронзового века. Первое упоминание Израиля при Мернептахе. Рамсес III и войны египтян против ливийцев и «народов моря» второй волны. Распад Египта на два государства с центрами в Танисе и Фивах. Египет Позднего царства (XXII – XXX династии). Децентрализация Египта в IX – VIII вв. до н.э. (XXII – XXIII династии). Завоевание Ассирией Египта в 671 г. до н.э. Египет под властью XXVI династии и «саисское возрождение». Внешняя политика Египта при правителях XXVI династии. Связи Египта с Грецией. Завоевание Египта Камбисом в 525 г. до н.э. Египет в составе державы Ахеменидов и восстания египтян против персидского господства. XXX династия и обретение Египтом независимости в первой пол. IV в. до н.э. Второе персидское завоевание Египта в 343 г. до н.э. Завоевание Египта Александром Македонским в 332 г. до н.э. Религия и культура Египта в I тыс. до н.э. Египетское общество I тыс. до н.э. и перемены в его мировоззрении.

Древняя Месопотамия. Природные условия Двуречья и их влияние на формы государственных образований в Южной и Северной Месопотамии. Этническая характеристика и языки народов, населявших Месопотамию. Принципы периодизации истории и хронология месопотамских цивилизаций. Основные типы источников. Неолитическая революция, заселение Месопотамии. Древнейшие протогорода Месопотамии и их создатели. Завоевание шумерами Месопотамии. Происхождение письменности в Месопотамии. Древневосточный город. Раннединастический период. Особенности ранних государственных образований в Месопотамии (структура власти, функции жреца-правителя, роль общинных институтов власти). «Эпос о Гильгамеше» как источник по истории Двуречья. Законы Урунимгины. Объединение Южного Двуречья. Аккадское царство. Эпоха Саргонидов. Завоевательные походы Саргона. Возвышение I

династии Вавилона при Хаммурапи и борьба Вавилона за гегемонию в Месопотамии. Законы Хаммурапи. Касситская Вавилония и Ассирия. Возвышение Ассирии при Ашшур-убаллите I и формирование основных направлений завоевательной политики Ассирии. Упадок Ассирии в XII в. до н.э. и краткое возвышение при Тиглатпаласаре I. Завоевательные походы Ашшурнацирапала II и превращение Ассирии в мировую державу. Усиление Урарту и упадок Ассирии в 80-х – начале 40-х гг. VIII в. до н.э., гражданская война в Ассирии. Возвышение Ассирии при Тиглатпаласаре III (745 – 727 гг. до н.э.). Административная и военная реформа, создание профессиональной армии.

Ассирия в VII в. до н.э. Нововавилонское царство. Восточное Средиземноморье в III-I тыс. Малая Азия и Закавказье. Иран и сопредельные территории. Финикия, Сирия и Палестина в III – II тыс. до н.э. Финикия в I тыс. до н.э. История Израиля догосударственного периода III-II тыс. до н.э. Израиль в I тыс. до н.э. Хеттское царство. Малая Азия и Закавказье в I тыс. до н.э. Хурритский мир II – I тыс. до н.э. Доиранский период. Элам. Держава Ахеменидов. Эпоха греко-персидских войн при Дарии и Ксерксе.

Особенности развития цивилизации Древней Индии. Природно-географические условия Индии. Источники по истории Древней Индии. Древнеиндийская письменность и алфавит. Цивилизация долины Инда. Мохенджо-Даро и Хараппа. Города Хараппской цивилизации: планировка, строительное дело; стандартизация построек, водоснабжение и канализация. Экономика: земледелие, скотоводство и ремесла. Причины крушения Индской цивилизации. Арии в Индии. Общий индоиранский период в развитии иранцев и индийцев. Прародины иранцев, индоариев. «Авеста» и «Ригведа»

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Квантовая механика**

#### **Цель дисциплины:**

Дать студентам знания в области описания различных квантовых физических явлений и методы построения соответствующих математических моделей, показать соответствие и непротиворечивость системы постулатов, положенных в основу квантовой теории, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной. Дать навыки, позволяющие понять адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению.

#### **Задачи дисциплины:**

- Изучение свойств точно решаемых задач-моделей квантовомеханических систем;
- изучение приближенных методов решения задач квантовой механики;
- изучение методов описания сложных систем, в том числе систем тождественных частиц;
- овладение методами квантовой механики для описания свойств различных физических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Постулаты и принципы квантовой механики, методы описания квантовых систем, связь состояний и операторов с наблюдаемыми и измеряемыми величинами;
- основные свойства точно решаемых моделей квантовых систем;
- основные приближенные методы решения задач квантовой механики: квазиклассическое приближение; стационарную и нестационарную теорию возмущений;
- методы описания сложных и незамкнутых квантовых систем;
- методы и способы описания систем тождественных частиц в квантовой теории;
- методы описания рассеяния частиц; описание взаимодействия электромагнитного излучения с квантовыми системами зарядов.

**уметь:**

- Определять энергетические спектры и волновые функции в одномерных случаях;
- определять средние значения (физические величины) квантовых систем, если известны их волновые функции;
- определять состояния и классифицировать энергетические спектры частицы в симметричных потенциалах, в частности, обладающих аксиальной и центральной симметрией;
- применять квазиклассическое приближение для оценки уровней энергии и вероятностей прохождения в одномерных потенциалах;
- применять стационарную теорию возмущений для нахождения поправок к уровням энергии и волновым функциям;
- применять нестационарную теорию возмущений для нахождения вероятностей переходов между состояниями;
- решать задачи о нахождении состояний и энергетического спектра систем многих, в том числе тождественных, частиц;
- вычислять дифференциальные сечения рассеяния частиц различными потенциалами;
- определять возможные оптические переходы между состояниями систем зарядов и оценивать времена жизни возбужденных состояний.

**владеть:**

- Основными методами решения задач о нахождении состояний и энергетических спектров различных квантовых систем;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами микроскопических и наносистем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Волновые свойства частиц

Волна де Бройля. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорости волн, соответствующих свободной частице. Уравнение Шредингера. Оператор Гамильтона. Общее решение уравнения Шредингера в случае, когда гамильтониан не зависит от времени. Стационарное уравнение Шредингера. Статистическая интерпретация волновой функции.

## 2. Нестационарная теория возмущений

Постановка задачи нестационарной теории возмущений. Представление взаимодействия. Общее выражение для вероятности перехода, Т-ехр. Переходы под влиянием возмущения, действующего в течение конечного времени. Переходы под влиянием постоянного во

времени возмущения. Переходы под действием периодического возмущения в дискретном и непрерывном спектрах, «золотое правило» Ферми. Переходы в двухуровневой системе. Физические основы магниторезонансных методов исследования вещества.

### 3. Сложение моментов

Сложные квантовые системы. Сложение моментов. Коэффициенты Клебша–Гордана. Полный угловой момент.

### 4. Системы тождественных частиц

Симметрии волновой функции системы тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Представление многоэлектронной волновой функции в виде детерминанта Слэтера. Принцип Паули. Связь симметрии координатной части волновой функции системы с полным спином.

### 5. Атом гелия

Атом гелия. Спиновые функции двух электронов. Пара- и ортосостояния. Обменное взаимодействие.

### 6. Сложный атом

Вариационный принцип, вычисление энергии основного состояния. Приближение центрального самосогласованного поля (ССП). Электронные конфигурации. Интегралы движения в сложных атомах. Термы. Правила Хунда. LS-связь. Тонкая структура уровней. Правило интервалов Ланде.

### 7. Атом в магнитном поле

Гамильтониан сложного атома во внешнем магнитном поле. Гамильтониан Паули. Иерархия взаимодействий в атоме. Эффекты Зеемана и Пашена–Бака. Диамагнетизм атомов. Парамагнетизм Ван-Флека.

### 8. Основы теории излучения

Гамильтониан свободного электромагнитного поля, взаимодействие систем заряженных частиц со свободным электромагнитным полем. Электрическое дипольное излучение. Правила отбора для электрического дипольного излучения.

### 9. Молекулярное уравнение Шрёдингера

Уравнение Шрёдингера для молекулярной системы. Адиабатическая теория. Приближение Борна–Оппенгеймера. Понятие поверхности потенциальной энергии. Границы применимости адиабатической теории.

### 10. Основное уравнение квантовой механики молекул

Иерархия современных компьютерных методов решения многоэлектронной проблемы.

### 11. Операторы физических величин

Условие нормировки для волн де Бройля. Средние значения координаты и импульса. Операторы координаты и импульса. Постановка задачи на собственные функции и собственные значения операторов. Стационарные состояния. Одномерное движение.



Потенциальная яма. Дискретный и непрерывный энергетические спектры. Движение в периодическом поле.

## 12. Математический аппарат квантовой механики. Теория представлений

Состояние и волновая функция. Принцип суперпозиции состояний. Дираковская формулировка квантовой механики. Вектор состояния. Наблюдаемые и операторы физических величин. Линейные и эрмитовы операторы. Условия ортогональности и полноты для собственных функций операторов физических величин. Условия одновременной измеримости физических величин. Коммутаторы. Соотношение неопределенностей. Оператор изменения во времени физической величины. Интегралы движения. Коммутаторы и скобки Пуассона. Производные по времени операторов координаты и импульса частицы в потенциальном поле. Матричные представления. Унитарные преобразования векторов состояний и операторов.

## 13. Операторные методы в квантовой механике

Операторы  $(a^-)$  и  $a^+$  в теории линейного гармонического осциллятора. Энергетический спектр линейного гармонического осциллятора. Построение собственных функций осциллятора в координатном представлении с помощью операторов  $(a^-)$  и  $a^+$ . Связь  $n$ -го состояния осциллятора с основным. Когерентные состояния осциллятора.

## 14. Угловой момент

Изотропность пространства и сохранение углового момента в квантовой механике. Повороты и оператор углового момента. Коммутационные соотношения для операторов углового момента. Система собственных векторов операторов  $j_x^2$  и  $j_z$ . Спин частицы. Матрицы Паули. Оператор орбитального момента частицы в координатном представлении (декартовы и сферические координаты). Сферические гармоники.

## 15. Движение в центрально-симметричном поле. Атом водорода

Разделение переменных в квантово-механической задаче двух тел. Центральносимметричное поле. Гамильтониан частицы в сферических координатах. Разделение переменных в центрально-симметричном поле. Уравнение для радиальной функции. Атом водорода. Атомная система единиц. Энергетический спектр и радиальные волновые функции стационарных состояний атома водорода. Главное и радиальное квантовые числа. Кратность вырождения уровней. Кулоновское (случайное) вырождение.

## 16. Стационарная теория возмущений

Стационарная теория возмущений в случае невырожденных уровней энергии. Первое приближение теории стационарных возмущений. Энергетическая поправка второго приближения теории стационарных возмущений. Критерий применимости стационарной теории возмущений. Стационарное возмущение вырожденных уровней дискретного спектра. Секулярное уравнение. Правильные волновые функции нулевого приближения. Квазивырождение, случай двух близких уровней энергии. Эффект Штарка. Линейный эффект Штарка в атоме водорода.

## 17. Метод Хартри-Фока

Вычисление матричных элементов между двумя детерминантами Слэтера. Вариационный метод приближённого решения многоэлектронной задачи. Уравнения Хартри-Фока в канонической форме. Занятые и виртуальные орбитали. Теорема Купманса.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Китайский язык**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

Сформировать способность обучающегося к чтению научных и технических текстов различной степени полноты и точности понимания: просмотровому (предполагает ознакомление с общей проблематикой текста и способность кратко изложить затронутые в нем темы); ознакомительному (предполагает умение вычлнить основные повествовательные блоки и изложить суть посылок и выводов автора, понимание на уровне 70% информации); изучающему (предполагает абсолютное и исчерпывающее понимание содержания текста); а также к решению языковыми средствами коммуникативных задач в различных ситуациях межкультурного общения, осуществлению межличностного и профессионального общения на иностранном языке с учётом особенностей культуры изучаемого языка; умение преодолевать межкультурные различия в ситуациях в ситуациях общебытового, социального и профессионального общения.

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

Читательскую компетенцию: способность к корректному извлечению информации из текста.

Профессионально ориентированную читательскую компетенцию: способность к пониманию и обработке текстовой информации профессиональной направленности.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности китайского языка и его отличие от родного языка;
- особенности использования изучаемого языка в повседневной, академической, научной, деловой и профессиональной коммуникации;
- основную лексику, терминологию китайского языка, относящуюся к научно-технической сфере;
- основные особенности письменной и устной форм коммуникации в научной среде;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения и речевого этикета страны изучаемого языка при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- особенности иноязычной академической коммуникации, приемы извлечения и сообщения иноязычной информации в академических целях;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- принципы поиска и извлечения иноязычной информации, основные правила определения релевантности и надежности иноязычных источников, анализа и синтеза информации;
- достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни китайскоязычных стран;
- базовую лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения;

**уметь:**

- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты профессиональной (научно-технической) направленности;
- устно и письменно реализовывать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять общую тематику научного текста, конспектировать, излагать основную идею, ход рассуждения автора и основные выводы;
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных китайскоязычных текстов, в том числе научно-публицистических;
- передавать на русском языке содержание китайскоязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности;
- выполнять перевод профессиональных текстов с иностранного языка на государственный язык Российской Федерации с учетом лексико-грамматических и стилистических особенностей языка оригинала и языка перевода и стандартных способов решения коммуникативных задач в области профессиональной деятельности
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме);
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры в академической / профессиональной среде;
- использовать современные информационные технологии для профессиональной деятельности;
- подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения профессионально-ориентированного содержания на китайском языке;
- распознавать и дифференцировать языковые и речевые явления, выделять основную и второстепенную информацию при чтении текстов и восприятии речи на слух, использовать типовые средства устной и письменной коммуникации в межличностном общении; применять адекватные коммуникативные средства в стандартных ситуациях общения на профессионально-ориентированные темы;

- описывать графическую информацию (круговая гистограмма, таблица, столбиковый и линейный графики); написать короткую статью на заданную тему;
- написать саммари, ревью, краткую статью-совет на предложенную тему;
- реферировать и аннотировать иноязычные профессиональные тексты;
- создавать корреспонденцию с учетом социокультурных требований к внешней и внутренней формам текста и использованием типизированных речевых высказываний;
- уметь представлять результаты исследования в письменной и устной форме на китайском языке.

#### **владеть:**

- лексико-грамматической базой для осуществления коммуникации в научно-технической профессиональной и академической среде;
- навыками чтения научно-технической литературы на китайском языке;
- навыками перевода научно-технической литературы с китайского языка на русский;
- навыками аннотирования и реферирования оригинальных научно-публицистических статей на китайском языке;
- межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры в академической среде;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для сообщения информации.
- различными видами чтения (просмотровое, ознакомительное, изучающее) с целью извлечения информации;
- методом поиска и анализа информации из различных источников в профессиональной области;
- навыками составления выступления с докладом, написания научной статьи.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Тема 3. Знакомство с интернетом, сайтом университета. Знакомство с иностранными коллегами, обсуждение учебы. Гаджеты

Интернет, сайт, веб-адрес, страница, личный кабинет, логин, пароль, университет; компьютер, телефон, планшет, ноутбук.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы соблюдая произносительную норму китайского языка; читать слова, словосочетания и фразы как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; составлять фразы, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; участвовать в диалоге-распросе и диалоге-побуждении к действию.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и их структуры (порядок слов, топик и комментарий (подлежащее и сказуемое, инвертированное дополнение и т.п.).

Предложения с глаголом-связкой 是 shì, положение отрицания 不 bù в предложении с глаголом-связкой 是 shì, вопросительные предложения с частицами 吗 ma, 吧 ba, 呢 ne.

Определение со значением притяжательности. Частица 的 de. Порядок следования определений в китайском предложении. Личные местоимения в китайском языке, их функции и употребление. Указательные и вопросительные местоимения в китайском языке. Вопросительные предложения с вопросительными местоимениями. Порядок слов в вопросительном предложении с вопросительным местоимением. Предложение с глагольным сказуемым (глаголом действия в позиции комментария). Наречия 也 yě и 都 dōu, их место в предложении относительно сказуемого. Сочетание наречия 都 dōu с отрицанием 不 bù.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексическая сторона речи: устойчивые выражения, описывающие работу с гаджетами и интернет-сайтом.

Письмо: основные правила каллиграфии, основы иероглифики, овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание небольших письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

2. Тема 4. Знакомство с кампусом, местонахождение объекта в пространстве, стороны света. Лаборатория. Точные науки

Ориентирование в кампусе, расположение объектов внутри и снаружи студенческого городка. Указание направлений движения, сторон света, описание взаиморасположения объектов в пространстве. Изучение различных наук в университете.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: строить логические высказывания, вести комбинированный диалог, включающий

элементы разных типов диалогов; рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты/прочитанное/прослушанное/увиденное; сообщение местоположения и направления движения, о том как проехать/пройти и на каких видах транспорта; где найти нужный предмет в помещении.

Лексическая сторона речи: устойчивые выражения, названия сторон света, послелого («наречия места»), уточняющие пространственные отношения, виды транспорта, направления движения.

Грамматическая сторона речи: Предложения наличия и обладания с глаголом 有 yǒu. Глаголы (глаголы-предлоги) в позиции предлога в китайском языке. Послелого («наречия места»), уточняющие пространственные отношения (前边qiánbiān, 后边hòubiān, 上边shàngbiān и др.), в функции подлежащего, дополнения, определения. Предложения со значением местонахождения (глагол 在zài, глагол 有yǒu, связка 是shì). Односложный дополнительный элемент направления (модификатор, (полу)суффикс глагола движения) 来lái / 去qù. Удвоение прилагательных, двусложные прилагательные в позиции определения.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

3. Тема 5. Настоящее, прошедшее, будущее время. Точное время. Натуральные числа. Двузначные, многозначные числа в китайском языке. Разряды и классы чисел.

Настоящее, прошедшее, будущее время. Временные промежутки. Указание точного времени по часам. Натуральные числа. Двузначные, многозначные числа в китайском языке. Десятки, сотни, тысячи, десятки тысяч (вань). Разряды и классы чисел. Перевод числительных. Дробные числа.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, относящиеся к сфере числительных, соблюдая произносительную норму китайского языка; понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей; составлять фразы и небольшие тексты, включающие числительные, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов; рассказывать, рассуждать в рамках изученн

ой тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты/прочитанное/прослушанное/ увиденное; сообщение о прошлом опыте как в повседневной жизни, так и в профессиональной, рассказ о планах на будущее.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексическая сторона речи: Использование числительных в речи, правила и способы выражения многозначных чисел, числительные от 1 до 100 000 000. Числительные количественные и порядковые, дни недели, даты, точное время.

Грамматическая сторона речи: Выражение значения действия, имевшего место в неопределенное время в прошлом (суффикс 过 guo). Отрицательная форма глаголов с суффиксом 过 guo. Показатель состоявшегося действия суффикс 了 le; модальная частица 了 le. Отрицание в предложениях с суффиксом 了 le и модальной частицей 了 le. Употребление модальных глаголов 想 xiǎng, 要 yào, 会 huì, 能 néng, 可以 kěyǐ и др. и их значения. Отрицательная форма модальных глаголов. Выражение значения продолженного действия / вида. Употребление наречий 正 zhèng, 在 zài, комбинации 正在 zhèngzài и модальной частицы 呢 ne для передачи значения продолженного действия. Выделительная конструкция 是...的 shì ...de.

4. Тема 6. Финансы. Проценты, арифметические действия. Целые и дробные числа

Деньги, денежные единицы, целые и дробные числа, проценты, простые арифметические действия, решение примеров и задач.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах, передача числовой информации, вопросы и ответы цене товара, о скидках, умение проговаривать на китайском языке арифметические примеры, понимание и решение арифметических задач.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.



Лексическая сторона речи: Названия основных арифметических знаков, названия арифметических действий, лексика, касающаяся дробных чисел и процентов. Вопросительные слова к числительным.

Грамматическая сторона речи: правила использования числительных, счетных слов (классификаторов), выражение процентов и дробей при помощи 之.

#### 5. Тема 7. Поиск в Интернете. Интернет сайты. Онлайн покупки

Онлайн-торговля. Покупки товаров онлайн. Поиск в Интернете, доставка из интернет-магазинов, поисковая строка, выдача, регистрация на сайте, выбор товара, одежда, обувь, цвет, размер..

Коммуникативные задачи: Умение вести онлайн-переписку с продавцом о выборе цвета одежды, о предпочтениях, общей стоимости, скидках; оставлять отзыв о купленном товаре, преимуществах и недостатках. Покупка одежды/обуви. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

Грамматическая сторона речи: правила использования числительных — количественных и порядковых, многозначных чисел, использование счетных слов (классификаторов), проценты, дроби, вопросительные слова 几, 多少. Альтернативный вопрос с союзом 还是. Выражение «слегка» 有点儿... / ...一点儿.

#### 6. Тема 8. Зарубежные поездки.

Приглашение на конференцию, обсуждение темы доклада, оформление визы, бронирование отелей и билетов онлайн, разговор по телефону, посещение достопримечательностей.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассуждать на тему предстоящей командировки; обсуждать виды путешествий, транспорт, посещение достопримечательностей; описывать географическое положение городов и стран; описывать процедуру бронирования гостиниц, хостелов, описывать способы путешествий разными транспортными средствами, передвижение по городу, используя метро, такси, автобусы. Особенности путешествия по Китаю на поезде, категории билетов — купе, мягкий сидячий, жесткий сидячий, билет без места. Научиться различать на слух и знать, как купить нужную категорию билета, поменять билет, сдать билет.

Грамматические задачи: выражения скорого свершения события 快要... 了, 就要... 了. Глаголы 打算, 安排, существительное 计划. Связки 先... 再 / 后 / 然后, выражения смены действий ... 了, 就... Наречия 再, 又. Результативные морфемы 好, 错, 到, 完.

#### 7. Тема 1. Посещение библиотеки, электронные библиотеки, поиск материалов по нужной теме

Посещение библиотеки, устройство библиотеки, диалог с библиотекарем, читательский билет, правила посещения библиотеки и читального зала. Электронные библиотеки, поиск материалов по нужной теме.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах — вопрос о наличии нужной книги, просьба о помощи в поиске книги по теме, диалог с библиотекарем, как взять и сдать книгу, умение указать сроки сдачи.

Грамматические задачи: наречия 就/才, результативные морфемы 到, 完, 好. Модификаторы направления 来/去.

#### 8. Тема 2. Китайская и западная медицина

Разговор о проблеме здоровья и заботы о нем, самочувствия (части тела), медицинских услуг. Строение организма, лечение, лекарства, китайская и западная медицина.

Коммуникативные задачи:

Осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: разговор с врачом, описание жалоб на здоровье, состояние организма, прохождение медосмотра, получение лечения, покупка выписанных лекарств, прием лекарств по графику. Особенности лечения в китайской и европейской медицине.

Грамматические задачи: дополнение длительности, дополнение кратности, 有点儿.

#### 9. Тема 3. Бытовая техника

Обсуждение пищевых предпочтений и их пользы/вреда для организма. Пищевая и энергетическая ценность продуктов питания, способы приготовления блюд, названия бытовых приборов.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обсуждение вкусовых предпочтений собеседника — мясоедение, вегетарианство, витамины, КБЖУ. Обсуждение рецептов приготовления любимых блюд. Кухонная бытовая техника — микроволновка, рисоварка, плита, духовой шкаф, холодильник и т.д.

Грамматические задачи: сравнительные конструкции с предлогами 比, 有/没有, 跟.... 一样.

#### 10. Тема 4. Геометрические фигуры, формулы, графики

Объяснение и проговаривание простейших арифметических действий, описание формул, графиков, названия геометрических фигур, теоремы и доказательства.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: навыки проговаривания и решения задач по математике, умение словесно выразить написанные формулы, графики, математические обозначения, задачи, примеры, теоремы и т.д.

#### 11. Тема 5. Физика, основные понятия и законы

Основные законы физики, постоянные, переменные, формулы, задачи. Ученые и теории.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: навыки проговаривания и решения задач по физике, умение словесно выразить написанные формулы, графики, обозначения, объяснить явления с помощью законов физики.

#### 12. Тема 6. Космос. Космическая программа Шэньчжоу. Ракета-носитель Чанчжэн. Лунная программа «Чан Э»

КОСМОС, звезды, планеты. Космическая программа Китая. Космические ракеты и модули. Лунная программа «Чан Э». Чан Э как мифологический персонаж.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: дискутировать о достижениях человечества в области освоения космоса. Первый человек в космосе и в открытом космосе. Первый человек на Луне. Китай в космосе. Китай на Луне. Ракеты и спутники. Развитие коммерческого запуска спутников.

#### 13. Тема 1. Наука: вчера, сегодня, завтра

История развития естественных наук и научные открытия. Новые направления в науке. Естественные и гуманитарные науки в современном мире. Знаменитые ученые. Наши современники, лауреаты нобелевской премии и их открытия. Путь от бакалавра до нобелевского лауреата. Открытия и изобретения конца нового времени. Научные сенсации и технический прогресс. Процесс технологизации науки.

Лексические задачи: наработка лексики, касающейся истории науки, развитие навыков чтения текстов о науке, о истории науки, современном состоянии науки и ее развитии, о роли науки в жизни общества, о научных открытиях, новых направлениях в науке; о влиянии научных открытий на мировоззрение человека.

#### 14. Тема 2. Китайская наука и европейская наука

Научные открытия китайских и европейских ученых. Китайские и европейские изобретения. Современная китайская наука. Взаимосвязь науки и техники и их взаимосвязь. Техника

как прикладная наука. Корреляция научного и технического мышления в Европе и в Китае.

Лексические задачи: наработка лексики, касающейся китайской науки, развитие навыков чтения текстов о китайской науке, китайских изобретениях, современном состоянии китайской науки и ее развитии, о роли китайской науки в мире. Лаборатории, научные центры на территории Китая; проект постройки самого мощного адронного коллайдера в Китае.

#### 15. Тема 3. Пандемия и вакцинация, создание вакцины, история вакцинации

Болезни, эпидемии, пандемии. Эпидемии в истории человечества. Эпидемии XX-XXI вв. Пандемия SarsCov-2, ее влияние на мировую экономику, медицину и науку. Вакцинация, история вакцинации, вакцины от коронавируса.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся болезней, эпидемий, пандемий; истории вакцинации, технологии создания вакцин в XX и в XXI вв.

#### 16. Тема 4. Проблемы экологии, глобальные последствия, способы решения

Экологические проблемы России, Китая, глобальные экологические проблемы. Последствия и прогнозы. Способы борьбы с мусором, пластиком, CO<sub>2</sub>, глобальным потеплением.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся экологии, загрязненности воздуха, воды, почвы, глобального потепления, зеленой энергии, борьбы с пластиком и т.д.

#### 17. Тема 5. Цифровые технологии, информационная безопасность, искусственный интеллект

История развития цифровых технологий в Европе и в Китае. Интернет в Китае. Политика информационной безопасности в Китае. Искусственный интеллект на службе у государства.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся цифровых технологий, интернет-технологий, ИИ, политики кибер-безопасности.

#### 18. Тема 6. Научная коммуникация, научные центры, лаборатории, научные конференции.

Средства популяризации науки. Научная коммуникация. Авторское право и интеллектуальная собственность. СМИ, научная журналистика. Популяризация науки в Интернете. Цифровые и интернет-технологии на службе у научных сообществ. Научные конференции онлайн и офлайн, симпозиумы, конгрессы. Открытые лекции и выступления ученых.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся - жизни научных сообществ — конгрессы, конференции, симпозиумы, семинары, лекции, публикации; - средств популяризации науки; авторского права на научные исследования и произведения; научной журналистики и ее роли в популяризации и науки; популяризации науки в Интернете, СМИ

#### 19. Тема 7. Изобретения и научные открытия, которые изменили мир

10 величайших открытий в разных областях науки. Случайные открытия и их роль в науке, экономные инновации. Научное творчество. Креативное мышление. Изобретательство как процесс решения инженерных задач.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся открытий и изобретений, случайных открытий, инсайтов, креативного мышления и творчества в науке, технике и учебном процессе.

#### 20. Тема 8. Исследование: цель, проблема, объект и предмет

Виды исследований: фундаментальное исследование, прикладное исследование, междисциплинарное исследование, междисциплинарное исследование. Этапы научного исследования и их краткое содержание. Выбор темы исследования. Определение объекта и предмета исследования. Определение цели и задач. Разработка гипотезы. Составление плана исследования. Работа с литературой.

Лексические задачи: наработка лексики и выработка навыков чтения текстов, касающихся этапов научного исследования, выбора темы исследования, его объекта и предмета, цели и задач; выдвижения гипотезы исследования; составления плана исследования, формирования библиографического списка по исследуемой проблеме.

#### 21. Тема 1. Подбор и анализ научно-технических текстов

Выбор темы исследования, ключевые слова, поиск и подбор научно-исследовательских материалов по выбранной теме.

Лексические задачи: наработка лексики по выбранной теме, отбор ключевых слов, поиск исследований по ключевым словам, умение определить методом ознакомительного чтения соответствие найденных статей выбранной теме.

## 22. Тема 2. Гипотеза и эксперимент, принципы аргументации

Выдвижение гипотезы своего исследования, дизайн эксперимента, аргументация.

Лексические задачи: умение пользоваться наработанными лексико-грамматическими навыками для выдвижения гипотезы своего исследования, использование наработанной лексики для описания дизайна эксперимента, умение составлять краткое описание целей и ожидаемых результатов эксперимента, умение вести научную аргументацию для подтверждения/опровержения гипотезы.

## 23. Тема 3. Принципы написания аннотации и введения к работе на китайском языке

Описание актуальности темы, объекта, предмета исследования, цели и задач исследования, гипотезы исследования, методов исследования, научной новизны.<sup>[LSEP]</sup>

Лексические задачи: умение пользоваться наработанными лексико-грамматическими навыками для составления введения научной статьи, а также составления аннотации к статье.

## 24. Тема 4. Составление презентации и выступления для «научной конференции» по выбранной теме

Написание речи выступления для научной конференции, семинара, защиты диплома, проекта и проч. Составление презентации.

Лексические задачи: умение пользоваться наработанными лексико-грамматическими навыками для составления написания тезисов, плана доклада, речи выступления для научной конференции, защиты диплома, умение выделять опорные пункты доклада, расставлять интонационные акценты и паузы, составление презентации,

## 25. Модуль 1 Китайский язык для специальных целей. Вводный курс

26. Тема 1. Вводно-фонетический и вводно-иероглифический курс. Общие сведения о грамматике китайского языка.

Ознакомление с основами произносительной базы китайского языка (путунхуа) и основными правилами каллиграфии и иероглифики, а также актуализация полученных знаний в речевой деятельности.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы соблюдая произносительную норму китайского языка; читать слова, словосочетания и фразы как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; составлять фразы, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; употреблять фразы вежливости; участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию.

Произносительная сторона речи: звуко-буквенный стандарт записи слов китайского языка - пиньинь, соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и их структуры (порядок слов, топик и комментарий (подлежащее и сказуемое, инвертированное дополнение и т.п.). Предложение с качественным сказуемым (с качественным прилагательным в позиции комментария). Отрицательная форма предложения с качественным сказуемым (с качественным прилагательным в позиции комментария).

## 27. Тема 2. Информационные носители.

Флешки, диски, карты памяти, дискеты.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка; понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей; составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских

предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и схемы их построения. Предложения наличия и обладания с глаголом 有 ую. Отрицательные предложения с частицами 没, 不.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

28. Модуль 2. Китайский язык для специальных целей. Продолжающий уровень

29. Модуль 3. Китайский язык для специальных целей. Чтение научно-технического текста

30. Модуль 4. Китайский язык для специальных целей. Написание научно-технического текста



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Клеточная биология**

#### **Цель дисциплины:**

ознакомить учащихся с достижениями последнего десятилетия в области изучения функционирования эукариотической клетки для обеспечения интерфейса между информационными и биологическими науками.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний о биологии эукариотической клетки;
- практическое освоение студентами базовых понятий, применяемых в современной биологии клетки;
- формирование у студентов основных навыков поиска данных и аналитической обработки материала для проведения самостоятельных научных исследований в области клеточной биологии, и генетики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- строение эукариотической клетки – органеллы и их функции;
- деление клетки, митоз и мейоз, кариотип, хромосомные аномалии. Клеточный цикл и его регуляция у нормальных и опухолевых клеток. Основы эмбриологии;
- строение ядра клетки. Хроматин, упаковка хроматина,. Эпигенетические модификации белков и ДНК;
- клеточные культуры как модельная система для клеточной биологии. Понятие о стволовых клетках Плюрипотентные и мультипотентные стволовые клетки;
- понятие о современных омиксных технологиях.

##### **уметь:**

- пользоваться литературой и находить нужную информацию по клеточной биологии.

##### **владеть:**

- категориями и понятиями, применяемыми в клеточной биологии;
- представлениями о современных методах, используемых при исследовании клеток;
- представлениями о методах, требующих биоинформатического анализа, в клеточной биологии.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Введение в клеточную биологию

Прокариоты и эукариоты. Строение эукариотической клетки. Органеллы и их функции. Ядро клетки. Деление клетки. Митоз и мейоз. Кариотип и хромосомные аномалии.

#### 2. Введение в эмбриологию. Понятие стволовых клеток. Эпигенетика

Ранний эмбриогенез и его стадии. Гены, определяющие эмбриональное развитие и тканевую специализацию. Понятие об эпигенетике, хроматин, эпигенетические модификации гистонов и ДНК. Способы их изучения.

#### 3. Генетические и эпигенетические особенности репрограммированных соматических клеток

Генетические и эпигенетические особенности репрограммированных соматических клеток и способы их анализа.

#### 4. Применение технологии репрограммирования для изучения механизмов заболеваний и поиска новых методов терапии. Использование биоинформационных методов для разработки критериев репрограммирования

Моделирование заболеваний *in vitro*, коррекция мутаций с помощью TALEN и CRISPR/CAS систем. Проблемы направленной дифференцировки для моделирования заболеваний. Использование биоинформационных методов для разработки критериев репрограммирования.

#### 5. Репрограммирование клеток. Индуцированные плюрипотентные клетки

Транскрипционные факторы плюрипотентности. Репрограммированные до плюрипотентного состояния – способы, методы анализа, значение для биомедицины. Прямое репрограммирование и эпигенетический ландшафт.

#### 6. Эмбриональные стволовые клетки. Технология генетического нокаута.

Клеточные культуры. Методы генетической модификации организмов. Трансгенез. Перенос ядра, генетический нокаут. Понятие о плюрипотентности.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Медицинская физика и биоинформатика

### Кратные интегралы и теория поля

#### Цель дисциплины:

дальнейшее ознакомление студентов с методами математического анализа, формирование у них доказательного и логического мышления.

#### Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в задачах поиска безусловного и условного экстремумов функции многих переменных, теории меры и интеграла, теории поля;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов математического анализа в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- теорему о неявной функции;
- определения экстремума функции многих переменных и условного экстремума функции многих переменных при наличии связей, необходимые и достаточные условия в задачах нахождения безусловного, а также условного экстремума при наличии связей;
- определение кратного интеграла Римана, критерий интегрируемости функции, достаточное условие интегрируемости функции, свойства интегрируемых функций, теорему о сведении кратного интеграла к повторному, физические приложения интеграла;
- основные факты и формулы теории поля (формулы Грина, Остроградского-Гаусса, Стокса), физический смысл формул теории поля.

##### уметь:

- исследовать на экстремум функции многих переменных;
- решать задачи на условный экстремум методом множителей Лагранжа;
- вычислять интеграл от функции многих переменных по множеству;

-уметь решать прикладные физические задачи: вычислять массу тела, моменты инерции, объёмы и т.п.

-применять формулы теории поля для решения математических задач: вычисление интегралов, нахождение площадей и объёмов тел, площадей поверхностей;

-применять формулы теории поля для решения физических задач: проверка потенциальности и соленоидальности поля, нахождение работы поля при движении материальной точки и т.п.;

-уметь проводить вычисления с оператором набла.

#### **владеть:**

Логическим мышлением, методами доказательств математических утверждений.

Навыками вычисления интегралов и навыками применения теорем теории поля в математических и физических приложениях.

Умением пользоваться необходимой литературой для решения задач.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Теорема о неявной функции

Теорема о неявной функции, заданной одним уравнением. Теорема о неявных функциях, заданных системой уравнений (без доказательства). Локальная обратимость отображения пространств одинаковой размерности с ненулевым якобианом.

##### 2. Безусловный экстремум. Необходимые и достаточные условия

Экстремумы функций многих переменных: необходимое условие, достаточное условия.

##### 3. Условный экстремум функции многих переменных при наличии связи: исследование при помощи функции Лагранжа.

Необходимые и достаточные условия

##### 4. Кратный интеграл и его свойства

Кратный интеграл Римана. Суммы Римана и суммы Дарбу. Критерии интегрируемости. Интегрируемость функции, непрерывной на измеримом компакте. Свойства интегрируемых функций: линейность интеграла, аддитивность интеграла по множествам, интегрирование неравенств, теоремы о среднем, непрерывность интеграла. Сведение кратного интеграла к повторному.

Геометрический смысл модуля и знака якобиана отображения двумерных пространств. Теорема о замене переменных в кратном интеграле (доказательство для двумерного случая).

##### 5. Криволинейные интегралы. Формула Грина

Формула Грина. Потенциальные векторные поля на плоскости. Условие независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования.

#### 6. Поверхности. Поверхностные интегралы

Простая гладкая поверхность. Поверхностный интеграл первого рода. Независимость выражения интеграла через параметризацию поверхности от допустимой замены параметров. Площадь поверхности. Ориентация простой гладкой поверхности. Поверхностный интеграл второго рода, выражение через параметризацию поверхности. Кусочно-гладкие поверхности, их ориентация и интегралы по ним.

#### 7. Теория поля: формулы Остроградского-Гаусса и Стокса

Формула Гаусса-Остроградского. Дивергенция векторного поля, ее независимость от выбора прямоугольной системы координат и геометрический смысл. Соленоидальные векторные поля. Связь соленоидальности с обращением в нуль дивергенции поля. Понятие о векторном потенциале.

Формула Стокса. Ротор векторного поля, его независимость от выбора прямоугольной системы координат и геометрический смысл. Потенциальные векторные поля. Условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Связь потенциальности с обращением в нуль ротора поля.

Вектор «набла» и действия с ним. Основные соотношения содержащие вектор «набла». Лапласиан и градиент по вектору для скалярного и векторного поля.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Медицинская физика и биоинформатика

### Линейная алгебра

#### Цель дисциплины:

ознакомление слушателей с основами линейной алгебры и подготовка к изучению других математических курсов – дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, уравнений математической физики, функционального анализа, аналитической механики, теоретической физики, методов оптимального управления и др.

#### Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области матричной алгебры, теории линейных пространств;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов аналитической в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- операции с матрицами, методы вычисления ранга матрицы и детерминантов;
- теоремы о системах линейных уравнений Кронекера-Капелли и Фредгольма, правило Крамера, общее решение системы линейных уравнений;
- основные определения и теоремы о линейных пространствах и подпространствах, о линейных отображениях линейных пространств;
- определения и основные свойства собственных векторов, собственных значений, характеристического многочлена;
- приведение квадратичной формы к каноническому виду, закон инерции, критерий Сильвестра;
- координатную запись скалярного произведения, основные свойства самосопряженных преобразований;
- основы теории линейных пространств в объеме, обеспечивающем изучение аналитической механики, теоретической физики и методов оптимального управления.

**уметь:**

- производить матричные вычисления, находить обратную матрицу, вычислять детерминанты;
- находить численное решение системы линейных уравнений. находить собственные значения и собственные векторы линейных преобразований, приводить квадратичную форму к каноническому виду, находить ортонормированный базис из собственных векторов самосопряженного преобразования;
- оперировать с элементами и понятиями линейного пространства, включая основные типы зависимостей: линейные операторы, билинейные и квадратичные формы.

**владеть:**

- общими понятиями и определениями, связанными с матричной алгеброй;
- геометрической интерпретацией систем линейных уравнений и их решений;
- понятиями линейного пространства, матричной записью подпространств и отображений;
- сведениями о применениях спектральных задач;
- применениями квадратичных форм в геометрии и анализе;
- понятиями сопряженного и ортогонального преобразования;
- применениями евклидовой метрики в задачах геометрии и анализа, различными приложениями симметричной спектральной задачи;
- умением пользоваться необходимой литературой для решения задач повышенной трудности (в вариативной части курса).

**Темы и разделы курса:****1. Матрицы и системы линейных уравнений**

1.1. Умножение и обращение матриц. Ортогональные матрицы. Элементарные преобразования матриц. Матричная форма элементарных преобразований.

1.2. Определение и основные свойства детерминантов. Миноры, алгебраические дополнения, разложение детерминанта по элементам строки или столбца. Формула полного разложения детерминанта и ее следствия. Детерминант произведения матриц.

1.3. Решение систем линейных уравнений по методу Крамера. Ранг матрицы. Теорема о базисном миноре. Теорема о ранге матрицы.

1.4. Системы линейных уравнений. Теорема Кронеккера-Капелли. Фундаментальная система решений и общее решение однородной системы линейных уравнений. Общее решение неоднородной системы. Метод Гаусса. Теорема Фредгольма.

**2. Линейное пространство**

2.1. Аксиоматика линейного пространства. Линейная зависимость и линейная независимость систем элементов в линейном пространстве. Размерность и базис. Подпространства и линейные оболочки в линейном пространстве. Сумма и пересечение подпространств. Прямая сумма. Формула размерности суммы подпространств. Вывод формулы размерности суммы подпространств. Гиперплоскости.

2.2. Разложение по базису в линейном пространстве. Координатное представление элементов линейного пространства и операций с ними. Теорема об изоморфизме. Координатная форма необходимого и достаточного условия линейной зависимости элементов.

2.3. Изменение координат при изменении базиса в линейном пространстве. Матрица перехода и ее свойства. Координатная форма задания подпространств и гиперплоскостей.

### 3. Линейные зависимости в линейном пространстве

3.1. Линейные отображения и линейные преобразования линейного пространства. Операции над линейными преобразованиями. Обратное преобразование. Линейное пространство линейных отображений. Алгебра линейных преобразований.

3.2. Матрицы линейного отображения и линейного преобразования для конечномерных пространств. Операции над линейными преобразованиями в координатной форме. Изменение матрицы линейного отображения при замене базисов. Изоморфизм пространства линейных отображений и пространства матриц.

3.3. Инвариантные подпространства линейных преобразований. Собственные векторы и собственные значения. Собственные подпространства. Линейная независимость собственных векторов, принадлежащих различным собственным векторам.

3.4. Нахождение собственных значений и собственных векторов линейного преобразования конечномерного линейного пространства. Характеристическое уравнение. Оценка размерности собственного подпространства. Условия диагонализуемости матрицы линейного преобразования. Приведение матрицы линейного преобразования к треугольному виду.

3.5. Линейные формы. Сопряженное (двойственное) пространство. Биортогональный базис. Вторичное сопряженное пространство.

### 4. Нелинейные зависимости в линейном пространстве

4.1. Билинейные и квадратичные формы. Их координатное представление в конечномерном линейном пространстве. Изменение матриц билинейной и квадратичной форм при изменении базиса.

4.2. Приведение квадратичной формы к каноническому виду методом Лагранжа. Теорема инерции для квадратичных форм. Знакоопределенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра. Приведение квадратичной формы к диагональному виду элементарными преобразованиями. Формулировка теоремы Жордана.



## 5. Евклидово пространство

5.1. Аксиоматика евклидова пространства. Неравенство Коши-Буняковского. Неравенство треугольника. Матрица Грама и ее свойства.

5.2. Конечномерное евклидово пространство. Ортогонализация базиса. Переход от одного ортонормированного базиса к другому. Ортогональное дополнение подпространства.

5.3. Линейные преобразования евклидова пространства. Ортогональное проектирование на подпространство. Сопряженные преобразования, их свойства. Координатная форма сопряжения преобразования конечномерного евклидова пространства.

5.4. Самосопряженные преобразования. Свойства их собственных векторов и собственных значений. Существование базиса из собственных векторов самосопряженного преобразования.

5.5. Ортогональные преобразования. Их свойства Координатный признак ортогональности. Свойства ортогональных матриц. Полярное разложение линейных преобразований евклидова пространства. Канонический вид матрицы ортогонального преобразования. Сингулярное разложение.

5.6. Построение ортонормированного базиса, в котором квадратичная форма имеет диагональный вид. Одновременное приведение к диагональному виду пары квадратичных форм, одна из которых является знакоопределенной.

## 6. Унитарное пространство

6.1. Унитарное пространство и его аксиоматика. Унитарные и эрмитовы матрицы. Унитарные и эрмитовы преобразования. Эрмитовы формы. Свойства унитарных и эрмитовых преобразований. Свойства эрмитовых форм.

6.2. Понятие о тензорах. Основные тензорные операции. Тензоры в евклидовом пространстве. Тензоры в ортонормированном базисе.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Липидология**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам наиболее важные представления о фундаментальных основах физико-химической биологии и о современных методах исследования, применяемых в этой области для изучения компонентов живой материи, с фокусом на липиды.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний о закономерностях взаимосвязи между структурой и функцией, липидов, их биологической роли и связи с другими компонентами живых систем;
- формирование у студентов необходимых навыков самостоятельного поиска информации и решения проблем структурного анализа и определения липидов различных классов в биологических образцах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные компоненты биологических мембран и классы липидов;
- номенклатуру отдельных классов липидов;
- принципы образования и функционирования биологических мембран;
- основные пути биосинтеза липидов различных классов, ферменты синтеза и гидролиза липидов;
- биологические эффекты и основные сигнальные пути с участием биоэффторных липидов;
- пути окислительного и неокислительного метаболизма жирных кислот, а также их свободнорадикального окисления;
- методы выделения и анализа липидов, современные методы липидомики.

##### **уметь:**

- пользоваться информационными ресурсами Интернет и справочной литературой по биологии и биохимии научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых данных и понятий;
- сравнивать между собой строение, свойства, функции липидов различных классов;
- применять основные методы липидологии и липидомики в научных исследованиях.

**владеть:**

- навыками освоения большого объёма информации;
- культурой постановки и моделирования биологических задач липидологии.

**Темы и разделы курса:**

1. Биохимия липидных сигналов

Пространственная организация и динамика клеточных липидов. Типы липидных сигналов. Генерация, распространение и терминация липидных сигналов. Субклеточная организация систем метаболизма липидов.

2. Биоэффекторные (сигнальные) глицеролипиды

Принципы регуляции в живых системах. Типы глицеролипидов. Фосфолипазы – ключевые ферменты образования сигнальных липидов. Диацилглицерины как эффекторы. Биоэффекторная роль глицерофосфолипидов. Фактор активации тромбоцитов (PAF): биосинтез; метаболизм; биологические эффекты. Лизофосфолипиды. Лизолецитин, фосфатидовая и лизофосфатидовая кислоты как биоэффекторы.

.

3. Введение в липидологию

Липиды и жизнь. Абиотические липиды. Основные компоненты липидов. Определения. Классы липидов. Функции липидов в живых системах Липидная энергетика. Биомембраны. Сигнальные липиды.

4. Жирные кислоты

Жирные кислоты – основной компонент липидных структур. Насыщенные и ненасыщенные кислоты. Эссенциальные жирные кислоты. Номенклатура полиеновых жирных кислот. Биосинтез насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Арахидоновая и докозагексаеновая кислоты. Транспорт жирных кислот в организме. Последствия недостаточности эссенциальных жирных кислот. Транс-жирные кислоты. Биологические эффекты жирных кислот.

5. Липидомика

Основные проблемы липидологии. Липидомика – новое направление в изучении липидов. Методы выделения и определения строения липидов. Масс-спектрометрические подходы к изучению липидома. MALDI-imaging для отдельных видов липидов..

## 6. Липиды биологических мембран

Биологические мембраны: функции и компоненты. Мембранные белки. Углеводы в мембранах. Основные типы мембранных липидов. Фосфолипиды. Ремоделинг жирных кислот. Сфингомиелин. Холестерин.

## 7. Нейролипиды – семейство липидных нейроактивных веществ

Каннабиноиды и эндогенные лиганды каннабиноидных рецепторов: анандамид и 2-арахидоноилглицерин. Возможные пути биосинтеза эндоканнабиноидов. Инактивация эндоканнабиноидов: захват и гидролиз. Гидролаза амидов жирных кислот и моноглицеридлипаза – ключевые ферменты метаболизма эндоканнабиноидов. Капсаицин и другие ванилоиды. Ванилоидные рецепторы и их эндогенные лиганды. Биологические эффекты эндоканнабиноидов и эндованилоидов. Амиды жирных кислот и липоаминокислоты как биоэффекторные липиды. Липидные нейротрансмиттеры и другие липидные нейроактивные соединения.

## 8. Оксипипиды и окислительный метаболизм полиеновых жирных кислот. Липоксигеназное окисление полиеновых жирных кислот.

Липоксигеназы, их классификация, механизм окисления, ингибиторы. Гидроксикислоты – продукты восстановления липидных гидропероксидов, их биологические эффекты и метаболизм. Лейкотриены: структуры, биосинтез и метаболизм. 5-Липоксигеназа – особый мультипротеиновый комплекс: локализация и регуляция активности; лейкотриеновый метаболон. Лейкотриен А<sub>4</sub>-гидролаза и глутатионтрансфераза. Липоксипины и гепоксипины: биосинтез и биологические эффекты. Резольвины и нейропротектины. Рецепторы липоксигеназных метаболитов. Общие пути инактивации оксипипидов. Липоксигеназное окисление в растениях. Фитооксипипиды.

## 9. Структурная организация биологических мембран

Разнообразие мембран органелл и клеток. История мембранологии. Вода – движущая сила образования мембран. Модели мембран. Асимметрия биологических мембран. Рафты и кавеолы. Холестерин в мембранах. Динамика и фазы липидов. Транспорт через мембрану.

## 10. Сфинголипиды как биоэффекторы

Сфинголипиды: структура, биосинтез, биологические функции. Сфингомиелиновый цикл: ферменты и индукторы. Сфинголипиды как вторичные мессенджеры, их участие в процессах роста и апоптоза клеток. Гликофинголипиды как межклеточные медиаторы и иммуномодуляторы. Сфинголипиды в патологии.

## 11. Циклооксигеназные продукты окислительного метаболизма полиеновых жирных кислот

Простагландины и тромбоксаны (типы и серии). Взаимопревращения простагландинов. Циклооксигеназа – ключевой фермент биосинтеза простагландинов и лейкотриенов. Механизм окисления арахидоновой кислоты. Типы циклооксигеназ (COX1, COX2). Ингибиторы циклооксигеназ: неселективные (аспирин, индометацин), селективные для COX2. Субстратная специфичность, нейролипиды как субстраты циклооксигеназы. Конвертазы и синтазы – путь к функционально активным структурам простаноидов. Механизмы действия простагландинов и тромбоксанов, их биологическая роль. Рецепторы

и механизмы передачи сигнала. Циклопентеноновые простагландины – лиганды ядерных рецепторов. Транспорт через мембрану. Основные пути инактивации простагландинов и тромбоксанов.

12. Эпоксигеназа и ее продукты. Свободнорадикальное окисление полиеновых жирных кислот.

Эпоксигеназы – ферменты семейства цитохрома P-450. Биологическая активность эпоксиполиеновых жирных кислот. 4-гидроксиноненаль и изопростаны. Другие изооксипины. Нитролипиды – новые сигнальные молекулы, сопряженные с генерацией оксида азота.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Математическая биофизика**

#### **Цель дисциплины:**

ознакомление студентов с композиционными аспектами формулировок математических моделей биологических систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых навыков применения физико-математического аппарата к задачам живых систем;
- приобретение теоретических знаний в области динамических систем;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных исследований в области теоретической биофизики;
- приобретение навыков работы в коллективе.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия, законы формирования самоподдерживающихся биологических структур;
- ограниченность традиционных представлений термодинамики, ее неспособность описывать спонтанное формирование неравновесных структур в природе;
- основные уравнения, описывающие окологрничное поведение неравновесных систем;
- основные механизмы потери устойчивости в живых системах и их математические модели.

##### **уметь:**

- Производить прямые и косвенные оценки величин, определяющих существенным образом рассматриваемые процессы;
- пользоваться техникой двудольных графов для анализа кинетических систем регуляции;

- строить математические модели из готовых «структурных» блоков, адекватно описывающих более простые системы;
- выделять центральные каталитические ядра в сложных регуляторных системах;
- владеть основами математической теории катастроф.

**владеть:**

- навыками ориентации в массивах противоречивой информации о динамике сложных биологических систем; (не пугаться раньше времени)
- навыками нахождения ключевых «замыкающих» соотношений при построении математических моделей;
- навыками выполнения оценок без помощи компьютера;
- общей культурой постановки и моделирования актуальных биологических задач;
- общими навыками наглядного представления широкой публике полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Вводная часть

Общая характеристика предмета «Математическая биофизика». Краткий исторический экскурс. Современный контекст.

2. Живые системы

Живые системы. Традиционные способы изучения их пространственно-временной эволюции. Статистические и термодинамические подходы. Вопрос Э. Шредингера «Что есть жизнь с точки зрения физика?».

3. Колебательные и волновые явления в биологии и химии

Проблема происхождения биологических ритмов. Кинетические регуляторные механизмы в биологических системах. Отрицательные обратные связи как универсальный кинетический инструмент обеспечения приспособительных адаптивных реакций живых систем. Исторические работы Лотки и Вольтерра.

Развитие математического аппарата теории колебаний. Соединение А.Андрономым и Л.Понтрягиным теории устойчивости Ляпунова с топологическими идеями. Понятие грубости динамических систем. Предельный цикл А.Пуанкаре. Осциллятор Ван-дер-Поля как исторический пример. Универсальный механизм рождения предельного цикла. Бифуркция Андронова – Хопфа. Уравнение Андронова.

Колебательные процессы в химии. Исторические обзоры по колебаниям в гетерогенных и гомогенных системах. Реакция Белоусова, ее механизм по представлениям Б.П. Белоусова. Работы А.М. Жаботинского и соавторов по изучению реакционной системы Белоусова и ее аналогов. Современный взгляд на природу химических колебаний в свете теории катастроф.

Колебательные процессы в химии. Исторические обзоры по колебаниям в гетерогенных и гомогенных системах. Реакция Белоусова, ее механизм по представлениям Б.П. Белоусова. Работы А.М. Жаботинского и соавторов по изучению реакционной системы Белоусова и ее аналогов. Современный взгляд на природу химических колебаний в свете теории катастроф.

Волновые процессы в биологических системах. Эстафетные механизмы передачи сигнала. Нервный импульс. Классические работы Гельмгольца и Ходжкина – Хаксли. Самоподдерживающиеся волны (автоволны) в биологии и их математические модели. Популяционная модель Колмогорова – Петровского – Пискунова и модель дрейфа генов Фишера. Распространение медленных пламен, модель Зельдовича – Франк-Каменецкого. Понятие активной среды. Модель распространения нервного импульса Фитц-Хью – Нагумо. Понятие активной среды с восстановлением, т.е. возбудимой среды. Волны возбуждения в миокарде.

Формирование макроскопических состояний, обладающих чертами пространственной и/или временной упорядоченности в исходно неупорядоченных системах как неравновесный фазовый переход. Понятие диссипативной структуры. Общий подход Г. Хакена к описанию процессов структурообразования в духе идей теории параметров порядка. Метод многих масштабов. Классические уравнения Курамото – Цудзуки, описывающие формирование стационарных диссипативных структур в реакционно-диффузионных системах.

Самоорганизация макромолекул по М. Эйгену. Понятие гиперцикла. Взаимное сосуществование и борьба гиперциклов. Роль циклического воспроизведения реагентов в процессах формирования концентрационных волн t- и m-RNA (работы McKaskill и M. Eigen, 1990).

Автоволновые процессы в сообществе амёб *Dictyostelium discoideum* и их математические модели. Спиральные концентрационные волны цАМФ и их роль в регуляции хемотаксиса и пространственной синхронизации амёб. Математические модели формирования плодового тела и его дифференцировки.

Колебательные и волновые явления в динамике тубулиновых волокон, участвующих в формировании цитоскелета эукариотических клеток. Физиологическая роль неустойчивостей в динамике тубулиновых микротрубочек. Физико-математические подходы к описанию реакционно-диффузионно-преципитационных процессов, управляющих ростом и деполимеризацией тубулиновых микротрубочек. Диаграмма состояния. Роль энергообеспеченности процессов сборки микротрубочек молекулами ГТФ в развитии нестационарных пульсационных явлений.

Пространственные аспекты свертывания крови. Тромбоцитарный и плазменный гемостаз. Каскадные пути регуляции биохимической системы свертывания крови. Физико-математические модели роста сгустков *in vitro* и *in vivo*. Исследование роли тромбиновых концентрационных автоволн в условиях диффузионного и конвективного массопереноса. Постановка математических задач, пути их решения методами прикладной математики. Понятие гидродинамической пороговой активации внутрисосудистого свертывания крови.

#### 4. Подход к некорректно поставленным задачам



Общее понятие о некорректно поставленных задачах и путях их решения. Общеизвестные пакеты и библиотеки прикладных математических программ. Дидактически выверенные руководства по использованию прикладных математических методов и методов теории бифуркаций.

#### 5. Самоорганизация в природе. Морфогенез.

Явления самоорганизации в природе. Примеры явлений спонтанного структурообразования в биологии (морфогенез).

Фундаментальная работа А. Тьюринга «The Chemical Basis of Morphogenesis». Трактовка процессов формообразования с позиций теории устойчивости реакционно-диффузионных систем. Параметрические и динамические неустойчивости пространственно однородных стационарных состояний.

Требования к физико-химическим системам, способным демонстрировать потерю устойчивости и формирование пространственных структур по механизму А. Тьюринга. Априорные требования к внутреннему кинетическому устройству. Роль активаторов и ингибиторов. Требования, накладываемые на быстроту диффузии основных ингредиентов. Брюсселятор как исторический пример формально-кинетической модели, отвечающей требованиям Тьюринга. Современные подходы к изучению неустойчивостей Тьюринга.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Медицинская физика и биоинформатика

### Математическая статистика

#### Цель дисциплины:

изучение математических и теоретических основ современного статистического анализа, а также подготовка слушателей к дальнейшей самостоятельной работе в области анализа статистических задач прикладной математики, физики и экономики.

#### Задачи дисциплины:

- изучение математических основ математической статистики;
- приобретение слушателями теоретических знаний в области современного статистического анализа.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные понятия математической статистики;
- основные подходы к сравнению оценок параметров неизвестного распределения;
- асимптотические и неасимптотические свойства оценок параметров неизвестного распределения;
- основные методы построения оценок с хорошими асимптотическими свойствами: метод моментов, метод максимального правдоподобия, метод выборочных квантилей;
- понятие эффективных оценок и неравенство информации Рао-Крамера;
- определение и главные свойства условного математического ожидания случайной величины относительно сигма-алгебры или другой случайной величины;
- определение общей линейной регрессионной модели и метод наименьших квадратов;
- многомерное нормальное распределение и его основные свойства;
- базовые понятия теории проверки статистических гипотез;
- лемму Неймана – Пирсона и теорему о монотонном отношении правдоподобия;
- критерий хи-квадрат Пирсона для проверки простых гипотез в схеме Бернулли.

**уметь:**

- обосновывать асимптотические свойства оценок с помощью применения предельных теорем теории вероятностей;
- строить оценки с хорошими асимптотическими свойствами для параметров неизвестного распределения по заданной выборке из него;
- находить байесовские оценки по заданному априорному распределению;
- вычислять условные математические ожидания с помощью условных распределений;
- находить оптимальные оценки с помощью полных достаточных статистик;
- строить точные и асимптотические доверительные интервалы и области для параметров неизвестного распределения;
- находить оптимальные оценки и доверительные области в гауссовской линейной модели;
- строить равномерно наиболее мощные критерии в случае параметрического семейства с монотонным отношением правдоподобия;
- строить F-критерий для проверки линейных гипотез в линейной гауссовской модели.

**владеть:**

- основными методами математической статистики построения точечных и доверительных оценок: методом моментов, выборочных квантилей, максимального правдоподобия, методом наименьших квадратов, методом центральной статистики.
- навыками асимптотического анализа статистических критериев;
- навыками применения теорем математической статистики в прикладных задачах физики и экономики.

**Темы и разделы курса:****1. Вероятностно-статистическая модель.**

Примеры несмещенных и состоятельных оценок (моменты, дисперсия); смещенных, но состоятельных оценок; несостоятельных, но несмещенных оценок. Оценки функций от параметров. Пример ситуации, в которой не существует несмещенной оценки некоторой функции от параметра.

**2. Основная задача математической статистики.**

Байесовская и минимаксная стратегии. Минимаксность байесовской стратегии с постоянным риском.

**3. Различные виды сходимостей случайных векторов.**

Теоремы об асимптотической нормальности выборочного среднего и медианы в модели симметричного распределения с неизвестным параметром сдвига.

#### 4. Статистики и оценки.

Напоминание правила трех сигм и пояснения в терминах этого правила. Пример со «смешанным» нормальным распределением (медиана vs. выборочное среднее).

#### 5. Эмпирическое распределение и эмпирическая функция распределения.

Оценки максимального правдоподобия (о.м.п.) и их свойства (состоятельность, асимптотическая нормальность и эффективность). О.м.п. для параметра сдвига в распределении Лапласа как пример асимптотически нормальной о.м.п. в нерегулярной модели.

#### 6. F-критерий для проверки линейных гипотез в гауссовской линейной модели.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Машинное обучение в биологии**

#### **Цель дисциплины:**

освоение основных понятий и методов теории вероятностей, развитие способностей к логическому мышлению, получение навыков построения вероятностных моделей и решения на их основе задач различного уровня сложности. ознакомление с теорией и методами математической статистики. В результате изучения дисциплины студенты должны освоить математический аппарат, применяемый в теории математической статистики для машинного обучения, с тем, чтобы уметь грамотно формулировать задачу в терминах теории, адекватно ее формализовать, обоснованно выбирать методы для решения поставленной задачи и правильно интерпретировать полученные результаты.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение основных понятий и методов теории вероятностей;
- изучение основных методов решения вероятностных задач;
- ознакомление с наиболее важными для приложений законами распределения вероятностей;
- приобретение фундаментальных знаний по теории вероятностей для обеспечения освоения дисциплин, базирующихся на понятиях и методах теории вероятностей.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основы машинного обучения и теории вероятностей в рамках программы курса.

##### **уметь:**

грамотно формулировать задачу в терминах теории вероятности, адекватно ее формализовать, обоснованно выбирать методы для решения поставленной задачи, грамотно выбирать вероятностные модели для описания биоинформатических объектов и моделей, правильно интерпретировать полученные результаты.

##### **владеть:**

навыками решения практических задач, начиная с постановки задачи, выбора вероятностной модели и до трактовки результата в области биоинформатики.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Классическая модель вероятностного пространства**

Случайные события и соотношения между ними. Классическое определение вероятности. Геометрические вероятности. Простейшие комбинаторные теоремы. Условная вероятность. Теоремы умножения и сложения вероятностей. Независимость событий. Формулы полной вероятности и Байеса. Схема испытаний Бернулли. Биномиальный закон распределения вероятностей. Полиномиальная схема испытаний. Полиномиальный закон распределения вероятностей. Производящие функции распределений.

#### **2. Аксиоматическое построение теории вероятностей**

Аксиома непрерывности и ее эквивалентность аксиоме счетной аддитивности. Свойства вероятности. Борелевская сигма-алгебра множеств вещественной прямой. Функция распределения на прямой. Борелевская сигма-алгебра множеств и функция распределения в пространстве. Способы задания вероятностных мер на построенных измеримых пространствах. Типы вероятностных мер.

#### **3. Случайные величины и случайные векторы**

Случайная величина, ее распределение вероятностей и функция распределения. Типы случайных величин. Борелевские функции. Случайный вектор, его распределение вероятностей и функция распределения. Независимость случайных величин. Законы распределения функций случайных величин. Композиция (свертка) распределений.

#### **4. Числовые характеристики распределений случайных величин**

Математическое ожидание, его свойства и теорема о его вычислении. Дисперсия и ее свойства. Неравенство Чебышева. Математическое ожидание и дисперсия независимых случайных величин. Моменты высших порядков. Неравенства Гельдера, Йенсена и Ляпунова. Ковариационная матрица случайного вектора. Коэффициент корреляции. Условные распределения и условные математические ожидания.

#### **5. Производящие и характеристические функции случайных величин и векторов**

Производящие функции и факториальные моменты целочисленных неотрицательных случайных величин. Производящие функции случайных векторов. Характеристические функции случайных величин. Формула обращения. Теорема единственности. Теорема непрерывности. Семиинварианты случайных величин. Характеристические функции случайных векторов.

#### **6. Предельные теоремы**

Типы сходимости последовательности случайных величин. Закон больших чисел. Теорема Хинчина. Теорема Бернулли. Теорема Чебышева. Центральная предельная теорема. Теорема Леви. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Теорема Ляпунова. Теорема Линдберга. Следствия теоремы Линдберга.

#### **7. Основные понятия математической статистики**

Вариационный ряд выборки и эмпирическая функция распределения. Выборочные характеристики. Асимптотическое поведение выборочных моментов. Порядковые статистики и их распределение.

#### 8. Точечное оценивание

Точечные оценки и их свойства. Метод моментов. Свойства оценок метода моментов. Метод максимального правдоподобия.

#### 9. Сравнение оценок

Среднеквадратический подход к сравнению оценок. Асимптотический подход к сравнению оценок.

#### 10. Эффективные оценки

Регулярность семейства распределений. Неравенство Рао—Крамера. Эффективность оценок. Построение эффективных оценок. Байесовский подход к оцениванию параметров. Полные и достаточные статистики.

#### 11. Интервальное оценивание

Доверительные интервалы. Принципы построения доверительных интервалов.

#### 12. Распределения, связанные с нормальным

Основные статистические распределения. Преобразования нормальных выборок. Многомерное нормальное распределение. Свойства нормальных векторов.

#### 13. Проверка гипотез

Гипотезы и критерии. Подходы к сравнению критериев. Построение оптимальных критериев. Критерий Неймана-Пирсона. Сложные гипотезы. Критерий отношения правдоподобия.

#### 14. Критерии согласия

Общий вид критериев согласия. Понятие статистической значимости. Критерии для проверки гипотезы о распределении. Критерии для проверки однородности. Критерий хи-квадрат для проверки независимости. Проверка простых гипотез о параметрах нормального распределения. Статистическая значимость в анализе биологических последовательностей.

#### 15. Исследование статистической зависимости

Математическая модель регрессии. Общая модель линейной регрессии.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Методы измерений в физиологии**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами с методами измерений в физиологии;
- ознакомление студентов с параметрами измерения систем органов;
- определение круга наиболее актуальных современных физиологических вопросов и задач, в решении которых могут принять активное участие специалисты с фундаментальным образованием в области физики и математики.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с основными методами физиологических исследований и используемой для этого аппаратурой;
- ознакомление студентов с основными параметрами измерения внутренних систем организма – кровообращения, дыхания;
- выработка у студентов способности ориентироваться в оценке количественных связей и закономерностей функционирования организма в норме и при наиболее распространенных видах патологии;
- критический анализ ряда существующих физиологических и клинических представлений о механизмах возникновения патологических состояний.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- а) историю развития представлений методах измерений физиологических величин;
- б) в чем состоит различие между исследованиями, осуществляемыми на экспериментальных животных и на людях; иметь ясные представления о различиях между инвазивными и неинвазивными методами физиологических измерений;
- в) основные современные неинвазивные методы исследования функций различных систем организма человека (МРТ, КТ, ПЭТ, УЗИ, ЭКГ, ЭЭГ и т.д.).

##### **уметь:**



- а) ориентироваться в классических и современных методиках исследований физиологических функций и интерпретировать результаты простейших измерений, осуществленных на человеке неинвазивными методами;
- б) оценивать пригодность того или иного метода исследования для решения конкретной физиологической задачи или клинической проблемы;
- в) на основе использования различных методов измерений производить количественные оценки различных параметров, характеризующих функции организма.

**владеть:**

- а) основными (простейшими) методами измерений, позволяющими оценивать состояние клетки, органа или целостного организма;
- б) основными приёмами работы с экспериментальными животными;
- в) культурой постановки эксперимента, методами статистического анализа результатов исследований и методами анализа и решения фундаментальных и прикладных физиологических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Измерение параметров сердечно-сосудистой системы
  1. Инвазивные и неинвазивные методы измерений.
  2. Инвазивные методы измерения давления крови. Типы манометров. Чувствительность и линейность манометров. Частотные характеристики манометров.
  3. Неинвазивные методы измерения артериального давления. Тоны Короткова, их происхождение и методы регистрации. Аускультативный и осциллометрический методы измерения артериального давления.
  4. Инвазивные методы измерения кровотока. Реометры. Электромагнитная расходометрия. Устройство и принцип работы электромагнитных расходомеров крови.
  5. Измерение линейной скорости течения крови в микрососудах: корреляционный метод
  6. Неинвазивные методы измерения кровотока. Венозная окклюзионная плетизмография. Ультразвуковые доплеровские расходомеры.
  7. Измерение минутного объема кровообращения. Принцип Фика. Реография.
  8. Оценка функции сердца. Электрокардиография. Эхокардиография.
  9. Измерение вязкости крови. Вискозиметр Копли. Ротационные вискозиметры. Вискозиметры конус-плоскость.
2. Измерение параметров системы дыхания
  1. Измерение дыхательных объемов. Спирометрия.

2. Измерение основного обмена.

3. Измерение дыхательного коэффициента и объема анатомического мертвого пространства.

4. Оценка оксигенирующей функции легких.

3. Микроэлектродные измерения

1. Микроэлектроды и микропипетки: методы изготовления и способы применения.

2. Измерение трансмембранной разности потенциалов.

3. Метод patch-clamp. Измерение трансмембранных токов и активности ионных каналов.

4. Измерение механических свойств клеток методом аспирации.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Методы исследования макромолекул**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение современных физико-химических методов анализа, применяемых в физике, химии, науках о материалах, биохимии, молекулярной биологии, науках о Земле.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у студентов представления о необходимости применения высокоточных физико-химических методов анализа для проведения исследований макромолекул, их комплексов и свойств на современном уровне;

- формирование у студентов представления о принципах анализа данных, получаемых при исследовании биологических и абиологических объектов современными физико-химическими методами;

- обучение студентов основам планирования эксперимента, подбора конфигурации сложных измерительных комплексов с учетом аналитических параметров, достижение которых необходимо для решения конкретной исследовательской задач;

- формирование у студентов навыков самостоятельной научно-исследовательской работы на базе оценки необходимости применения и выбора определенных физико-химических методов анализа для решения задач в рамках различных областей химии, наук о материалах, биохимии, молекулярной биологии, наук о Земле;

- углубление у студентов методологических основ современной физики, химии, наук о материалах, наук о Земле, биохимии, молекулярной биологии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы современных физико-химических методов анализа макромолекул.

##### **уметь:**

- оценивать применимость и сопоставлять эффективность методов физико-химического анализа макромолекул, необходимых для подбора инструментальной базы с целью выполнения соответствующих научно-исследовательских лабораторных биологических работ в области химии, наук о материалах, молекулярной и клеточной биологии, биохимии.

**Владеть:**

- теоретическими знаниями о современных и инновационных методах биохимических исследований; арсеналом современных методов исследований, инструментальной технической базой выполнения современных исследований и совокупностью физико-химических методов анализа макромолекул.

**Темы и разделы курса:****1. Введение** Методологические основы разделения и анализа макромолекул

Исторический обзор, анализ эволюции представлений о веществе, историческая шкала развития методов разделения и исследования макромолекул, введение в методологию биологического исследования, представление о спектре современных методов физико-химического анализа макромолекул, обсуждение критериев применимости методов и обработки полученных результатов, биоинформационные методы. Особенности выделения макромолекул разных классов из сложных смесей. Методы предварительной очистки образца: центрифугирование и задачи, которые можно решить этим методом. Очистка образца, основанная на различии в растворимости макромолекул, очистка биополимеров с использованием ферментов и частиц с активированной поверхностью.

**2. Масс-спектрометрические методы идентификации макромолекул**

Конструкция масс-спектрометров для исследования макромолекул. Методы ионизации – электрораспыление, матричная лазерная десорбция/ионизация, методы прямой масс-спектрометрии. Масс-анализаторы высокого, сверхвысокого и ультравысокого разрешения. Конструкция масс-спектрометра для исследования макромолекул.

Исследование структуры органических молекул методами масс-спектрометрии с фрагментацией (МС/МС). Методы фрагментации ионов при захвате электронов, поглощении ИК излучения, при столкновениях с нейтралями, при столкновении с поверхностью. Техническая реализация селекции и фрагментации ионов в масс-спектрометрах. Хромато-масс-спектрометрия макромолекул.

**3. Методы конфокальной и когерентной микроскопии**

Оптические методы визуализации внутренней структуры и микрорельефа поверхности объектов, представления об области применения и ограничениях, накладываемых физическими принципами функционирования на пространственное и временное разрешение рассматриваемых методов. Эпифлуоресцентные микроскопы (ход лучей, числовая апертура объектива, разрешение объектива и функция рассеяния точки). Теория интерференции оптических полей и теория интерференционных измерений; основы теории когерентности оптических полей и когерентные свойства оптических полей и лазерного излучения; теоретические и экспериментальные основы методов частично когерентных и лазерных оптических интерференционных измерений; математические основы преобразований и обработки оптических сигналов; математические основы визуализации двух- и трехмерных изображений; принципы получения информации о внутренней структуре объекта по измеренному интерференционному сигналу. Преимущества и

ограничения интерференционных методов измерения внутренней структуры объектов. Методы FRET, SIM, STORM, STED, Light sheet, PALM. Флюоресцентные белки, внутриклеточные флюорофоры, применение флюоресцентной микроскопии для исследования быстрых клеточных процессов на примере измерения концентрации иона кальция.

#### 4. Оптическая спектроскопия макромолекул

Общие закономерности поглощения макромолекул в УФ-диапазоне. Спектральные параметры мономерных звеньев полимеров и тонкая структура спектра. Изменение спектров аминокислот под влиянием внешних факторов (рН среды, протонирование ионогенных групп). Ультрафиолетовые спектры поглощения белков. Особенности структуры спектров белков по сравнению со спектрами смеси ароматических аминокислот, входящих в их состав. Методы расчета вклада светорассеяния в измеряемое поглощение белков. Оценка вклада мономерных звеньев, доступных внешнему воздействию, методом дифференциальной спектрофотометрии. Расчет для белков (трипсина и рибонуклеазы) коэффициентов экстинкции и сечения поглощения аминокислотных остатков из экспериментальных данных. Расчет содержания хромофоров в молекуле белка. УФ поглощение нуклеиновых кислот, хромофоры. Расчет гиперхромного эффекта при переходе от двухспиральных структур ДНК к односпиральной. Вклад взаимодействия оснований в гиперхромный эффект. Тепловая денатурация и ренатурация ДНК. Кривые плавления ДНК. Определение концентрации макромолекул по спектрам поглощения.

#### Рассеяние электромагнитного излучения и нейтронов в биологических системах

Общая характеристика рассеяния света, рентгеновских лучей и нейтронов. Рассеяние света как рассеяние на "связанных" электронах, рассеяние рентгеновских лучей как рассеяние на "свободных" электронах, рассеяние нейтронов как рассеяние на ядрах. Основные физические следствия. Функция внутримолекулярной интерференции Дебая и ее свойства. Рассеяние на нулевой угол. Радиус инерции. Его связь с формой частицы и с распределением электронной (нейтронной) плотности внутри нее. Область формы. Общие законы спада кривой рассеяния для частиц разной формы (палочка, диск, гауссов клубок, компактные частицы). Метод сферических гармоник и его применение к восстановлению трехмерной структуры макромолекул. Рассеяние рентгеновских лучей. Формула Томпсона. Источники рентгеновского излучения (трубки, вращающиеся аноды, источники синхротронного излучения). Приемники рентгеновского излучения. Методы вариации контраста. Рассеяние света. Формула Реллея. Методы интерпретации экспериментальных данных. Рассеяние на малых и больших частицах. Метод Зимма. Проблема определения молекулярных масс и радиусов инерции больших биологических макромолекул. Изучение структуры ДНК. Методы вариации контраста. Рассеяние нейтронов. Нейтронные источники. Стационарные и пульсирующие реакторы. Мигающие источники. Малоугловые нейтронные спектрометры. Методы вариации контраста: метод H<sub>2</sub>O-D<sub>2</sub>O смесей, метод двойного и тройного изотопического замещения. Методы триангуляции. Метод спиновой вариации контраста. Биосинтетическое дейтерирование. Совместное использование рассеяния света рентгеновских лучей и нейтронов. Определение радиусов инерции компонентов и расстояний между их центрами тяжести в двухкомпонентных частицах. Совместное использование константы поступательного трения частицы и ее радиуса инерции.

Линейный дихроизм и ориентация молекул в биологических объектах

Основы спектрополяриметрии. Линейный дихроизм, дихроичное отношение и степень дихроизма. Метод расчета ориентации хромофоров молекул в биологических препаратах (мембраны, комплексы). Способы ориентации бактериальных и пигмент-белковых комплексов (методом линейной деформации). Устройство и принцип работы двухлучевого регистрирующего спектрофотометра с приставкой для спектрополяриметрических измерений. Расчет дихроичности и степени дихроизма. Вычисление углов ориентации хромофоров молекулы бактериохлорофилла в мембранах пурпурных бактерий.

Методы исследования флуоресценции макромолекул в видимой и ультрафиолетовой области спектра

Качественный и количественный анализ веществ по спектрам флуоресценции и спектрам возбуждения флуоресценции. Аппаратура для измерения спектров флуоресценции, ее возбуждения и производных спектров при комнатной и низкой (770К) температурах. Сопоставление спектров флуоресценции пигментов в растворе и в клетке. Тушение флуоресценции. Исследование эффекта тушения флуоресценции в зависимости от концентрации тушителя. Индукция флуоресценции фотосинтезирующих организмов (микроводоросли) и исследование механизма фотосинтеза. Фёрстеровский перенос энергии электронного возбуждения (FRET). Диполь-дипольное взаимодействие донора и акцептора энергии индуктивно-резонансный механизм, интергал перекрывания спектров – зависимость от расстояния между донором и акцептором. Критический Фёрстеровский радиус. Роль ориентационного фактора. Феноменология явления – сенсibilизированная флуоресценция. Расчет по экспериментальным данным квантового выхода переноса энергии, константы переноса и расстояния между донором и акцептором. Метод флуоресцентных зондов. Определение константы связывания и концентрации мест связывания зонда в мембране. Флуоресцентные индикаторы рН. Использование зеленого флуоресцирующего белка (GFP) и цветных белков для внутриклеточного измерения рН, концентрации ионов. Принцип дифференциальной флуоресцентной спектроскопии.

Спектрофлуориметрическое исследование ароматических аминокислот и белков

Спектры флуоресценции и ее возбуждение в ароматических аминокислотах белков. Производная спектрофлуориметрия. Спектральный комплекс с двумя монохроматорами и работа на нем. Компьютерная обработка результатов измерений Форма одиночной спектральной полосы и ее производных при обычных и низких (-1960С) температурах. Измерение спектров флуоресценции свободных аминокислот и белков. Исследование тонкой структуры спектров флуоресценции белков методом измерения первой, второй и четвертой производных. Сопоставление спектров белков со спектрами свободных аминокислот. Влияние денатурации на спектр флуоресценции, оценка вклада тирозиновой и триптофановой компонент во флуоресценцию белка. Разложение спектров флуоресценции многокомпонентных систем (белки, смеси аминокислот) на составляющие и оценка доли поглощения и флуоресценции составляющих в суммарном спектре с использованием данных производной спектроскопии. Поляризация флуоресценции, анизотропия флуоресценции. Уравнение Перрена. Корреляционные спектры флуоресценции. Получение информации о диффузии, величине и форме ориентации молекул в растворе и клетке, переносе энергии между молекулами.

5. Разделение макромолекул, частиц и субклеточных структур, аналитические подходы

Аналитическое ультрацентрифугирование и гель-хроматография, электрофорез в ПААГ. Понятие гидродинамически эквивалентной сферы и гидродинамически эквивалентного эллипсоида. Коэффициент поступательного трения и его связь с размерами и формой частиц. Формула Стокса. Формула Перрена. Зависимость константы поступательного трения от молекулярной массы в ряду частиц разной формы. Метод поступательной диффузии и его использование для анализа конформационного состояния макромолекул. Первый и второй законы Фика. Зависимость коэффициента диффузии от молекулярной массы макромолекул. Связь между константой диффузии и константой поступательного трения частицы. Формула Эйнштейна. Анализ конформационного состояния макромолекул исходя из зависимости их коэффициента диффузии от молекулярной массы. Метод скоростной седиментации. Коэффициент седиментации и его связь с коэффициентом поступательного трения. Зависимость коэффициента седиментации от молекулярной массы макромолекул. Анализ конформационного состояния макромолекул из зависимости их константы седиментации, поправленной на архимедов фактор, от молекулярной массы. Оптические методы регистрации в диффузии при аналитическом ультрацентрифугировании: метод Филпота-Свенссона, интерференционный метод, абсорбционный метод. Конструкция ультрацентрифуги и её элементов (роторов, кювет).

Определение молекулярной массы биологических макромолекул методом сочетания седиментации и диффузии. Первая формула Сведберга. Границы применимости. Классический метод седиментационного равновесия. Вторая формула Сведберга. Приближения к седиментационному равновесию. Метод Арчибальда. Метод Ифантиса. Равновесная седиментация в градиенте плотности. Дифференциальная седиментация. Вязкость. Характеристическая вязкость. Вязкость растворов сферических частиц. Вязкость растворов жестких асимметричных по форме, сплошных частиц. Формула Симха. Зависимость характеристической вязкости белков и нуклеопротеидов от молекулярной массы. Вязкость растворов полимерных молекул. Конформация Гауссова клубка. Белки в гуанидингидрохлориде и мочеvine. Зависимость вязкости от молекулярной массы для белков в гуанидингидрохлориде и мочеvine, возможность определения молекулярной массы белков в этих растворителях. Измерение вязкости: типы и конструкции вискозиметров. Градиентная зависимость вязкости. Вискозиметр Зимма. Вязкость ДНК. Совместное использование константы поступательного трения и вязкости. Формула Шераги-Манделькерна. Метод динамического двойного лучепреломления (эффект Максвелла). Ориентация макромолекул в гидродинамическом поле. Определение размеров, формы и гибкости макромолекул. Метод электрического двойного лучепреломления (эффект Керра). Ориентация макромолекул в электрическом поле. Определение размеров и формы макромолекул.

## 6. Хроматография макромолекул

Универсальность метода хроматографии применительно к разделению и идентификации самых разных классов соединений органической и неорганической природы. Использование хроматографии в науке, технике и производстве. История развитие хроматографических методов. Значение хроматографии для развития современной науки, успехи, достигнутые с использованием этого метода.

Основные положения теории хроматографического разделения. Подвижные и неподвижные фазы в хроматографических системах. Явления, происходящие при движении веществ по хроматограмме. Классификация хроматографических методов. Коэффициент Нернста. Изотермы адсорбции. Кинетика адсорбции-десорбции в потоке

подвижной фазы. Концепция теоретических тарелок. Ширина и форма хроматографического пика. Разрешающая способность хроматографической колонки. Понятие «время удерживания», «объем удерживания», «исправленное время и объем удерживания». Коэффициент разделения. Эффективность, селективность и коэффициент емкости хроматографической системы. Использование теоретических предпосылок метода в практической деятельности.

Адсорбционная хроматография. Природа взаимодействия разделяемых соединений с адсорбентами. Требования, предъявляемые к сорбентам адсорбционной хроматографии. Полярные и неполярные адсорбенты. Размер образца и линейная емкость адсорбента. Активные центры и дезактивация адсорбентов. Полярность элюирующих систем. Энергия адсорбции элюирующих систем. Элюотропные ряды. Характеристика особенностей адсорбируемых соединений. Величины энергии адсорбции разделяемых соединений. Эволюция адсорбентов и адсорбционной хроматографии.

Высокоэффективная жидкостная хроматография высокого давления (ВЭЖХ) и ее особенности. Современное состояние этого вида хроматографии. Достоинства и недостатки ВЭЖХ.

Распределительная жидкостная хроматография. Распределение соединений между двумя несмешивающимися фазами. Разделение благодаря характеристике полярности разделяемых молекул. Подвижные и неподвижные жидкие фазы. Инертные носители, их гидрофильность и гидрофобность. Характеристика жидкостей, используемых в качестве подвижной и неподвижной фазы в распределительной хроматографии. Нормальная и обратнoфазная распределительная хроматография. Варианты распределительной хроматографии: колонки, тонкослойная хроматография, хроматография на бумаге. Достоинства и недостатки распределительной хроматографии.

Газовая хроматография. Газоадсорбционная и газораспределительная хроматографии, их характеристика. Особенности жидкостей и газов в газовой хроматографии. Устройство газового хроматографа. Колонки и детекторы, используемые в газовой хроматографии. Достоинства этого вида хроматографии и преимущества перед жидкостной хроматографией.

Гель-хроматография. Принцип метода. Параметры, характеризующие положение веществ при этом виде хроматографии:  $V_T$ ,  $V_0$ ,  $V_i$ ,  $V_m$ ,  $V_e$ ,  $V_s$ ,  $K_{av}$ . Природа и структура гелей в гель-хроматографии, гели на основе декстрана, агарозы, полиакриламида и др. Комбинированные гели и их концентрация. Кривые селективности. Подсчет возможного числа разделяемых фракций в хроматографической системе. Объем вносимых образцов и их концентрация. Скорость тока жидкости в хроматографической системе при гель-хроматографии. Высота и диаметр колонок с носителями. Хранение гелей. Задачи, решаемые гель-хроматографией.

Ионообменная хроматография. Принцип метода. Характеристика ионитов. Сильные и слабые иониты. Структура матриц ионитов, используемых для разделения низкомолекулярных соединений. Редко и плотно сшитые иониты. Обменная емкость ионитов. Маркировка ионитов. Механизм ионного обмена. Зависимость константы скорости обмена от величины заряда и радиуса хроматографируемых соединений. Условия десорбции в ионообменной хроматографии. Градиентная элюция. Типы градиентов. Задачи, решаемые ионообменной хроматографией. Разделение аминокислот на аминокислотном анализаторе.



Особенности фракционирования белков методом ионообменной хроматографии. Природа ионитов, их строение. Иониты на основе целлюлозы, декстрана, агарозы и др. Их сходство и различия. Функциональные группы ионитов, используемых для разделения белков. Зависимость зарядов ионитов от рН среды. Зависимость знака и величины заряда белка от рН среды. Особенности сорбции белков на ионитах. Зона стабильности белка. Выбор ионита (сильный-слабый, катионит-анионит). Количество ионита. Буферные растворы, используемые в ионообменной хроматографии белков. рН, ионная сила и природа буфера.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Микробиология**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение принципов работы прокариотических клеток в рамках летней биологической практики.

#### **Задачи дисциплины:**

Получение знаний о принципах работы прокариотических клетках.

Освоение методов прямого и косвенного наблюдения на примере выданного объекта.

Получение навыков работы выданным объектом в природе и в эксперименте.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Принципы работы прокариотических клеток.

Основные методы работы с первичными клеточными культурами.

##### **уметь:**

Осуществлять пробоотбор.

Осуществлять выделение первичных клеточных культур.

Проводит простейшие манипуляции и решать первичные задачи, связанные с первичными клеточными культурами.

##### **владеть:**

Методиками выделения первичных культур прокариотических клеток.

Методиками работы с культурами прокариотических клеток.

Методиками препаровки клеточных культур прокариотических клеток.

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Строение прокариотической клетки

Обзор форм, характерных для прокариотических клеток. Механизмы детерминации формы прокариотической клетки. Строение и синтез пептидогликана. Рост пептидогликанового слоя в длину и толщину?

### 2. Строение нуклеоида

Бактериальные хромосомы. ДНК-связывающие белки.

### 3. Включения

Виды и формы. Строение и функции.

### 4. Жгутики и пили

Структура. Функции. Образование.

### 5. Системы секреции белка

Передача из цитоплазмы к наружной мембране белков, липополисахаридов, липопротеинов. Вывод плазмид из цитоплазмы в наружную среду.

### 6. Рибосомы - строение и функции

Состав рибосомы. Механизм трансляции. История исследований рибосомы.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Медицинская физика и биоинформатика

### Многомерный анализ, интегралы и ряды

#### Цель дисциплины:

Является формирование базовых знаний по математическому анализу для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах с естественнонаучным содержанием; формирование математической культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

#### Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области теории пределов, дифференциального и интегрального исчисления, теории рядов;
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин;
- приобретение навыков в применении методов математического анализа в физике и других естественнонаучных дисциплинах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- свойства функций многих переменных, понятия предела, непрерывности, частных производных и дифференциала;
- свойства определенного интеграла Римана, несобственных интегралов, криволинейных интегралов, свойства числовых, функциональных и степенных рядов;
- признаки сходимости несобственных интегралов со степенными, логарифмическими и экспоненциальными особенностями; аналогичные признаки сходимости числовых и функциональных рядов;
- основные разложения элементарных функций в ряд Тейлора.

##### уметь:

- вычислять частные производные первого и высших порядков от функций многих переменных (в частности, заданных неявно); исследовать дифференцируемость функций;
- выполнять замену переменных в дифференциальных уравнениях (обыкновенных и с частными производными);

- вычислять определенные интегралы и криволинейные интегралы (в частности, возникающие в геометрических и физических задачах);
- исследовать сходимость числовых рядов, равномерную сходимость функциональных рядов;
- раскладывать элементарные функции в степенные ряды и находить их радиусы сходимости.

**владеть:**

- аппаратом дифференциального исчисления функций многих переменных, а также аппаратом интегрального исчисления для решения различных задач, возникающих в физике, технике, экономике и других прикладных дисциплинах;
- понятием равномерной сходимости функциональных рядов для обоснования некоторых математических преобразований, применяемых в физике.

**Темы и разделы курса:**

1. Дифференциальное исчисление функций многих переменных

1.1. Точечное  $n$ -мерное евклидово пространство. Расстояние между точками, его свойства. Предел последовательности точек в  $n$ -мерном евклидовом пространстве. Теорема Больцано-Вейерштрасса и критерий Коши сходимости последовательности. Внутренние, предельные, изолированные точки множества; точки прикосновения. Открытые и замкнутые множества, их свойства. Внутренность, замыкание и граница множества.

1.2. Предел числовой функции нескольких переменных. Определения по Гейне и Коши, их эквивалентность. Повторные пределы и пределы по направлениям. Исследование предела функции двух переменных при помощи перехода к полярным координатам. Предел функции по множеству.

1.3. Непрерывность функции нескольких переменных в точке и по множеству. Непрерывность сложной функции. Свойства функций, непрерывных на компакте – ограниченность, достижение точных верхней и нижней граней, равномерная непрерывность. Теорема о промежуточных значениях функции, непрерывной в области.

1.4. Частные производные функций нескольких переменных. Дифференцируемость функции нескольких переменных в точке, дифференциал. Необходимые условия дифференцируемости, достаточные условия дифференцируемости. Дифференцируемость сложной функции. Инвариантность формы дифференциала относительно замены переменных. Градиент, его независимость от выбора прямоугольной системы координат. Производная по направлению.

1.5. Частные производные высших порядков. Независимость смешанной частной производной от порядка дифференцирования. Дифференциалы высших порядков, отсутствие инвариантности их формы относительно замены переменных. Формула Тейлора для функций нескольких переменных с остаточным числом в формах Лагранжа и Пеано.

## 2. Определенный интеграл, его применение

2.1. Определенный интеграл Римана. Суммы Римана, суммы Дарбу, критерий интегрируемости. Интегрируемость непрерывной функции, интегрируемость монотонной функции, интегрируемость ограниченной функции с конечным числом точек разрыва. Свойства интегрируемых функций: аддитивность интеграла по отрезкам, линейность интеграла, интегрируемость произведения, интегрируемость модуля интегрируемой функции, интегрирование неравенств, теорема о среднем. Свойства интеграла с переменным верхним пределом – непрерывность, дифференцируемость. Формула Ньютона-Лейбница. Интегрирование подстановкой и по частям в определенном интеграле.

2.3. Геометрические приложения определенного интеграла – площадь криволинейной трапеции, объем тела вращения, длина кривой, площадь поверхности вращения.

2.4. Криволинейный интеграл первого рода. Независимость выражения интеграла через параметризацию кривой от допустимой замены параметра. Ориентация гладкой кривой. Криволинейный интеграл второго рода, выражение через параметризацию кривой.

## 3. Несобственный интеграл

3.1. Несобственный интеграл (случай неограниченной функции и случай бесконечного предела интегрирования). Критерий Коши сходимости интеграла. Интегралы от знакопостоянных функций, признаки сравнения сходимости. Интегралы от знакопеременных функций; абсолютная и условная сходимость. Признаки Дирихле и Абеля.

## 4. Числовые ряды

4.1. Числовые ряды. Критерий Коши сходимости ряда. Знакопостоянные ряды: признаки сравнения сходимости, признаки Даламбера и Коши, интегральный признак. Знакопеременные ряды: абсолютная и условная сходимость. Признаки Дирихле и Абеля. Независимость суммы абсолютно сходящегося ряда от порядка слагаемых. Теорема Римана о перестановке членов условно сходящегося ряда. Произведение абсолютно сходящихся рядов.

## 5. Функциональные последовательности и ряды

5.1. Равномерная сходимость функциональных последовательностей и рядов. Критерий Коши равномерной сходимости. Непрерывность суммы равномерно сходящегося ряда их непрерывных функций. Почленное интегрирование и дифференцирование функциональных рядов. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функциональных рядов. Признаки Дирихле и Абеля.

## 6. Степенные ряды

6.1. Степенные ряды с комплексными членами. Первая теорема Абеля. Круг и радиус сходимости. Характер сходимости степенного ряда в круге сходимости. Формула Коши-Адамара для радиуса сходимости. Вторая теорема Абеля. Непрерывность суммы комплексного степенного ряда.

6.2. Степенные ряды с действительными членами. Сохранение радиуса сходимости при почленном интегрировании и дифференцировании степенного ряда. Бесконечная

дифференцируемость суммы степенного ряда в круге сходимости. Единственность разложения функции в степенной ряд; ряд Тейлора. Формула Тейлора с остаточным числом в интегральной форме. Пример бесконечно дифференцируемой функции, не разлагающейся в степенной ряд. Разложение в ряды Тейлора основных элементарных функций. Разложение в степенной ряд комплексной функции .

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Молекулярная биология гена**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами фундаментальных знаний в области молекулярной биологии: строения и функционирования генов эукариот и прокариот, процессов репликации ДНК, рекомбинации, транскрипции и пост-транскрипционных процессов, их взаимосвязи и регуляции.

#### **Задачи дисциплины:**

- создание основ знаний в области молекулярной биологии;
- создание четкого представления о том, что молекулярная биология является основой для исследований в области биологии клетки, биомедицине и биотехнологии;
- формирование фундаментальных основ, необходимых для повышения творческого и исследовательского потенциала студентов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные основы функционирования генетического аппарата клетки;
- современный уровень знаний и проблемы молекулярной биологии и генетики;
- возможности приложения полученных знаний в медицине, фармакологии, биотехнологии и других смежных областях.

##### **уметь:**

- формулировать и ставить задачу исследования и её поэтапного выполнения;
- владеть техникой поиска и анализа информации, находимой в Интернете;
- представлять полученные результаты исследований в устной и наглядной форме;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач.



**Владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. ДНК–носитель генетической информации. Гены и геномы.

ДНК – носитель генетической информации. Строение двойной спирали ДНК. Гены и геномы. Упаковка ДНК в ядре. Гистоны и гены гистонов. Нуклеосомы. Уровни организации хроматина.

2. Механизмы регуляции экспрессии генов и генетического аппарата как целого.

Механизмы, обеспечивающие регуляцию функционирования отдельных генов и генетического аппарата как целого.

3. Основные типы повреждений ДНК. Репарация ДНК.

Основные типы повреждений ДНК. Процессы репарации и многофункциональные белковые комплексы, участвующие в репарации ДНК.

4. Пост-транскрипционные процессы.

Пост-транскрипционные процессы. «Созревание» про-мРНК. Сплайсинг (вырезание интронов), альтернативный сплайсинг, его роль в увеличении многообразия белков с различными функциями. Опровержение догмы «один ген – один белок». Регуляторные механизмы и белки, обеспечивающие сплайсинг.

5. Рекомбинация ДНК.

Рекомбинация ДНК. Роль рекомбинации в жизни клетки. Гомологическая (общая) рекомбинация. Сайт-специфическая рекомбинация. Транспозоны. Гены иммуноглобулинов и Т-клеточных рецепторов.

6. Репликация ДНК.

Репликация ДНК. Инициация репликации, репликационная вилка. Особенности процесса репликации на различных цепях ДНК. Типы и функции ДНК полимераз у эукариот. Репликационный комплекс. Ферменты и белки, участвующие в репликации. Исправление ошибок.

7. Транскрипция ДНК.

Транскрипция ДНК. Понятие оперона. Прерывистое строение генов эукариот (экзоны и интроны). Цис-элементы, участвующие в регуляции транскрипции: промоторы, энхансеры, сайленсеры, инсуляторы. Факторы транскрипции, их структурная и функциональная классификация. Медиаторный комплекс. Его роль в координации функций цис- и транс-элементов. Инициация, элонгация и терминация транскрипции.

#### 8. Упаковка ДНК в ядре.

Гистоны и гены гистонов. Нуклеосомы. Уровни организации хроматина.

#### 9. ДНК–носитель генетической информации. Гены и геномы.

Строение двойной спирали ДНК. Гены и геномы. Упаковка ДНК в ядре. Гистоны и гены гистонов. Нуклеосомы. Уровни организации хроматина.

#### 10. Механизмы регуляции экспрессии генов и генетического аппарата как целого.

Механизмы, обеспечивающие регуляцию функционирования отдельных генов и генетического аппарата как целого.

#### 11. Основные типы повреждений ДНК.

Репарация ДНК. Процессы репарации и многофункциональные белковые комплексы, участвующие в репарации ДНК.

#### 12. Пост-транскрипционные процессы.

«Созревание» про-мРНК. Сплайсинг (вырезание интронов), альтернативный сплайсинг, его роль в увеличении многообразия белков с различными функциями. Опровержение догмы «один ген – один белок». Регуляторные механизмы и белки, обеспечивающие сплайсинг.

#### 13. Рекомбинация ДНК.

Роль рекомбинации в жизни клетки. Гомологическая (общая) рекомбинация. Сайт-специфическая рекомбинация. Транспозоны. Гены иммуноглобулинов и Т-клеточных рецепторов.

#### 14. Транскрипция ДНК.

Прерывистое строение генов эукариот (экзоны и интроны). Цис-элементы, участвующие в регуляции транскрипции: промоторы, энхансеры, сайленсеры, инсуляторы. Факторы транскрипции, их структурная и функциональная классификация. Медиаторный комплекс. Его роль в координации функций цис- и транс-элементов. Инициация, элонгация и терминация транскрипции.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Молекулярная биология клетки**

#### **Цель дисциплины:**

формирование умения понимать научную информацию по биологии и медицине и пробуждение возможных научных интересов в этой области

#### **Задачи дисциплины:**

1. Изучение основ биологии и физиологии человека в объеме идеальной специализированной средней школы.
2. Формирование представлений о спектре современных методов изучения в биологии
3. Овладение определенным набором биологических терминов

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основы биологии и физиологии человека в объеме идеальной специализированной средней школы;

представлять себе спектр современных методов изучения в биологии.

##### **уметь:**

читать научные публикации по биологии.

##### **владеть:**

определенным набором биологических терминов.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Молекулярные и клеточные основы распространенных патологий человека

1. Старение клеток, теломеры, теломераза, канцерогенез, онкогены, опухолевые супрессоры, мутагенез, хромосомные перестройки, ангиогенез, метастазирование, эпидемиология канцерогенеза, методы лечения рака.

2. Клеточная терапия, ниши стволовых клеток, аутофагия, воспаление, p53, эндокринные заболевания, диабет, гипертония, атеросклероз, миодистрофия, облысение, катаракта, глаукома, туберкулез, Паркинсонизм, болезнь Альцгеймера.

## 2. Основные методы, применяемые в молекулярной и клеточной биологии

1. Культура клеток, среда, вода, соль, буфер, аминокислоты, ненасыщенные жк, факторы роста, карбонатный буфер, индикатор, другие буферы, хепес, сыворотка и саплименты, термостаты, посуда, матрасы, плашки, Петри, шарики, роллеры, этажерки, капилляры, прикрепленные, суспензионные, трипсин, версен, первичная культура, фидерный слой и его убийство, культивирование через мембрану, микросферы, трехмерный матрикс, ограничения по снабжению,

2. Слияние клеток, вирус Сендай, пэг, электричество, диэлектрофорез, напряженность, длительность, повторность, аппараты, центрифуга, мембрана, специфическое связывание клеток, кальций, отбор гибридов, селективные среды, гат, тк-, ггфрт-, меркаптопурин, эффективность образования гибридов, энуклеация, цитохалазин Б, в монослое, в суспензии, фиколл, перколл, без цитохалазина.

3. Трансфекция, электро, длительность, поры, липо, комплексы, микроинъекция, пыль, вибрации, стол, филамент, манипуляторы, автоматы, движение лучом, гибридома, разделение клеток, сортер, размер, зернистость, окраска, ДНК, градиент, седиментация, розетки, магнитный порошок, селективное убийство, комплимент, электричество, селективное открепление, трипсин, элютриация, электрофорез, фагоцитоз, кормить и облучать, кормить и изменяется плотность

4. Виды световой микроскопии, светлое поле, оптическая плотность, живые клетки, темное поле, ход лучей, фаза, коэффициент преломления, Номарский, ДИК (DIC), объекты, поляризация, интерференция, спектральный анализ (скай), люминесценция, фосфоресценция, тайм-резолвед, атомных сил, отражение, поглощение, твердометрия, конфокальная, многофотонная, и более сложные, CCD, фильтры, источники света, апертуры, разрешения, хромосомный анализ, раскраска, микрочиповая технология.

5. Фиксация биологического материала, заливка, резка, мазок, иммунофлуоресцентные методы, иммуноферментные методы, радиоавтография, гибридизационные методы, *in situ*, CGH, Q-FISH, oligos, PNA, RNA-derivatives, полиморфизм длины рестрикционных фрагментов, полимеразная цепная реакция, полимеразная цепная реакция *in situ*, ELISA, электрофорезы.

## 3. Структура человека на уровне молекул, клеток, тканей и систем

1. Поддержание клеточного состава организма, стволовые клетки, перманентные клетки, клеточная память, виды дифференцированных клеток.

2. Анатомия и физиология человека, кровеносная система, лимфатическая система, костный мозг, клеточный состав и функции печени, почек, костей, хряща, сосудистой

стенки, виды эпителиев, иммунная система, система комплемента, врожденный иммунитет, протеасомы, антитела, антигены главного комплекса гистосовместимости, клеточный и гуморальный иммунитет, перфорины, гранзимы, апоптоз, T<sub>L</sub> рецепторы

3. Нервная система, эндокринная система, гормоны, клетки, крови, обмен гемоглобина, нейроны глия, синапсы, спинномозговая жидкость, тимус, гипофиз, надпочечники, островки Лангерганса, стресс, щитовидная железа, околощитовидная железа.

4. Митохондрии, активные формы кислорода, НАДФН-оксидазы, передача сигнала, редокс-регуляция, перекись водорода, супероксид радикал, SODs, NO.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Молекулярная биология**

#### **Цель дисциплины:**

- обучение студентов основам современной молекулярной биологии.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области современной молекулярной биологии, молекулярной генетики, биотехнологии;
- приобретение теоретических знаний и навыков в области решения задач молекулярной биологии;
- консультирование и оказание помощи студентам в организации и проведении собственных проектов, проводимых в лабораториях базовой кафедры.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия и термины молекулярной биологии;
- основные механизмы клеточных процессов на молекулярном уровне;
- основные базы данных, содержащие информацию об объектах молекулярной биологии;
- различные подходы для решения задач молекулярной биологии;
- о трендах развития науки в данной области.

##### **уметь:**

- эффективно искать литературу и другую специальную информацию в избранной области науки;
- анализировать научные статьи по теме молекулярной биологии;
- создавать новости по избранной тематике;
- пользоваться специализированными базами данных в избранной области науки;
- создавать и продвигать собственный проект.

**владеть:**

- навыками сбора, систематизации и анализа научно-технической и другой профессиональной информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Введение в курс

Предмет молекулярной биологии. Методы исследования состава клетки. Биоинформатические и экспериментальные подходы. Центральная догма молекулярной биологии. Геноцентрическая модель. Современное представление генов. Реализация генома. Транскриптом. Потенциал кодирования белков. Современное состояние молекулярной биологии. Интересные примеры современной реализации. Секвенирование следующего поколения. Клонирование ДНК. Биотехнология. Клонирование живых организмов. Технология выключения генов. Индуцированные стволовые клетки.

## 2. Молекулярно-биологические методы

Методы анализа ДНК. Гель-электрофорез. Ферменты для молекулярно-биологического анализа. Полимеразно-цепная реакция. Виды ПЦР. ПЦР в реальном времени. Примеры использования ПЦР. Основы подходов современного секвенирования: пиросеквенирование, технология SOLID, Illumina, IonTorrent. Применение метода массивного параллельного секвенирования. Таргентное секвенирование. Анализ данных. ChIP-Seq. ChiA-PET. Внеклеточная ДНК. Неинвазивная диагностика. Секвенирование останков древней ДНК. Секвенирование одной клетки. Методы анализа РНК. Получение из РНК кДНК. Гибридизация нуклеиновых кислот. Секвенирование РНК – RNAseq. Секвенирование РНК in situ. Методы анализа белков. Иммунологические методы.

## 3. Молекулярные основы канцерогенеза

Что такое рак. Свойства опухолевой клетки. Мутагенез и способствующие факторы. Канцерогенез. Молекулярные механизмы канцерогенеза. Онкогены. Механизмы активации онкогенов. Примеры известных онкогенов: *ras*, *BCR-ABL*. Гены-супрессоры опухолевого роста. Примеры известных онкогенов: *RB1*, *p53*. *miRNA* – онкогены и гены-супрессоры опухолевого роста. Гены репарации ДНК. Известные примеры: *BRCA1*, *MSH2*. Анализ молекулярной природы опухолевой клетки. Применение современных технологий. Проект TCGA.

## 4. Разнообразие реализации природных молекул

Межвидовое разнообразие. Сравнительная геномика и её методы. Человек и шимпанзе. Выравнивание последовательностей ДНК и белка. Эволюционная биология. Внутривидовое разнообразие. Полиморфизм ДНК. Однонуклеотидный полиморфизм – SNP. Проект 1000 геномов. Полиморфизм в популяциях здоровых людей. Варибельность экспрессии генов здоровых людей. Полногеномный поиск ассоциаций – GWAS. Вариация числа копий. Фармакогенетика. Редактирование РНК. Посттранскрипционные модификации РНК. Посттрансляционные модификации белков.

## 5. Регуляция

Регуляция активности генов у прокариот. Концепцию оперона. Механизм работы лактозного оперона. Репрессия синтеза белков. Триптофановый оперон. Транскрипционная аттенуация. Регуляция клеточного SOS-ответа. Регуляция активности генов у эукариотов и её значение. Разница между прокариотами и эукариот. Типы регуляции экспрессии генов эукариот. Транскрипционная регуляция. Транскрипционные факторы. Распределение выявленных взаимодействий «промотор-энхансер». Организация и статус хроматина. Эпигенетика. Эпигенетические модификации. Метелирование ДНК. Метилирование цитозина и аденина. Распространенность метелирования у разных организмов. Частоты динуклеотидов у человека. Дезаминирование метилированного цитозина. CpG островки. Свойства CpG островков. Механизмы репрессии транскрипции, обусловленной метилированием. Метилазы. Механизм наследования паттерна метилирования. Волны деметилирования в раннем эмбриогенезе. Биологические функции метилированной ДНК. Метилирование при раке. Ремоделинг хроматина. Эволюция нуклеосом. Структура коровых гистонов. Пост-трансляционные модификации гистонов регуляторных N-концов. Роль пост-трансляционных модификаций гистонов. Принцип работы “гистонового кода”, его наследование. Эпигеном. Эпимутация. Исследование эпигенома. Эпигенетика и клонирование. Эпигенетика и канцерогенез. Эпигенетика и старение. Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов эукариот. Время жизни РНК. Новый класс *seRNA*. РНК-опосредованная активация генов. Антисмысловая регуляция. Трансляционная и посттрансляционная регуляция экспрессии генов эукариот.

## 6. Репликация и репарация

Эксперимент Мезельсона и Сталя. ДНК-полимераза. Основные этапы репликации: инициация, элонгация, терминация. Основные ферменты репликации и их характеристики. Репликативная вилка. Лидирующая и отстающая цепи. Реализация репликации у прокариот. Фрагменты Оказаки. Репликация кольцевой ДНК. Механизм репликации: инициация, элонгация, терминация. Репликация ДНК по принципу катящегося кольца. Реализация репликации у эукариот. Начало репликации. Теломеры, теломераза. Клеточный цикл и его регуляция. Разница в репликации у прокариот и эукариот. Репарация. Источники повреждения ДНК. Основные повреждения ДНК. Наследственные заболевания. Болезни ассоциированные с дефектами системы репарации. Зачем нужна репарация, виды. Прямая репарация. Фотореактивация. Фотолиазы. Эксцизионная репарация. Mismatch repair (MMR). Эксцизионная репарация: base excision repair – BER, nucleotide excision repair – NER. Пострепликативная репарация. SOS-репарация.

## 7. Структура белков

История открытия белка. Структура аминокислоты. Природные и неприродные «unnatural» аминокислоты. История открытия аминокислот, их названия. Классификация аминокислот: строению бокового радикала, полярности бокового радикала, по кислотно-основным свойствам, по необходимости для организма. Свойства аминокислот. Оптические свойства аминокислот. Химические свойства аминокислот. Пептидная связь. Уровни организации структуры белков - от первичной до четвертичной. История установления первичной структуры белка. Секвенирование белка как метод установления первичной структуры. Генетический код, его свойства. Компьютерное определение первичной структуры белка. Вторичная структура белка:  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -листы,  $\beta$ -петля. Предсказание вторичной структуры белка. Третичная структура белка. Открытие третичной структуры белка, её свойства. Супервторичная структура белков. Доменная структура белков. Предсказание



третичной структуры белка. Четвертичная структура белка. Классический пример четвертичной структуры – гемоглобин.

## 8. Структура и свойства нуклеиновых кислот

История открытия ДНК. Строение нуклеозидов, нуклеотидов: природные, минорные, неканонические, химически-синтезируемые. Содержание нуклеотидов в ДНК. Содержание динуклеотидов в ДНК. Правила Чаргаффа. Принцип комплементарности. Вторичная структура ДНК: водородные связи, стэкинг взаимодействия. Неканонические формы ДНК. Квадруплексы. Химические свойства нуклеиновых кислот. Оптические свойства ДНК. Молекулярный коэффициент экстинкции. Термодинамические свойства ДНК. Денатурация ДНК, плавление. Кривые плавления и температура плавления ДНК. «Отжиг»— реассоциация (ренатурация) ДНК, их зависимость от сложности генома. Первичная, вторичная, третичная структура РНК. Элементы вторичной структуры РНК. Методы исследования первичной и вторичной структуры нуклеиновых кислот. Секвенирование ДНК по Сенгеру. Обратная транскрипция. Потенциал вторичной структуры РНК. Предсказание вторичной структуры.

## 9. Транскрипция

Основные моменты транскрипции. Транскрипция у прокариот. Основные этапы транскрипции. Инициация. РНК-полимераза. Промотор, ТАТА-бокс. Транскрипционный пузырь. Полицистронные мРНК. Терминация транскрипции у прокариот: Rho-независимая терминация транскрипции и Rho-зависимая терминация транскрипции. Транскрипция у эукариот. Транскрипция у эукариот и её особенности. РНК полимеразы, их свойства. Промотор, ТАТА-бокс, регуляторные элементы. Элонгация. Терминация транскрипции: анти-терминаторная модель и модель торпедо. Процессинг матричной РНК: модификация 5'-конца, модификация 3'-конца, сплайсинг первичных транскриптов мРНК, альтернативный сплайсинг, посттранскрипционные модификации РНК, редактирование РНК. Транспорт РНК. Стабильность и время жизни матричной РНК, деградация. Обратная транскрипция.

## 10. Трансляция

Трансляция. История открытия трансляции. Трансляция у прокариот. тРНК - транспортная РНК, её процессинг. Аминоацил-тРНК-синтетаза. Рибосомы и рибосомальная РНК. Основные этапы трансляции. Инициация трансляции у прокариот. Последовательность Шайна — Дальгарно. Элонгация трансляции у прокариот. Факторы элонгации трансляции. Терминация трансляции у прокариот: факторы терминации, этапы терминации трансляции. Программируемый фреймшифтинг у прокариот. Трансляция у эукариот и её особенности. Рибосома. Инициация трансляции у эукариот. CAP-независимая трансляция. Структура IRES. Реинициация трансляции у эукариот. Элонгация трансляции у эукариот. Терминация трансляции у эукариот. Фолдинг белков. Шапероны. Деградация белков. Убиквитин. Протеасома. Не-рибосомальный синтез пептидов.

## 11. Функции белков

Структурная протеомика. Постулаты структурной протеомики. Гомологичные белки: ортологи и паралоги. База данных структур белков. Одна последовательность — больше одной структуры: лимфотактин, хоризматмутаза, прионы. Функции белков. Изученность функции белков. Функциональное разнообразие белков: структурные, ферменты, транспортные, рецепторы, гормоны, защитные, резервные. Структурные белки. Семейство

коллагенов. Эластин. Кератины. Актин и миозин. Ферменты. Классификация ферментов. Транспортные белки. Перенос веществ через клеточную мембрану: ионные каналы. Перенос веществ внутри клетки: нуклеопорины. Сигналы ядерной локализации. Перенос веществ по организму: гемоглобин, альбумины, глобулины. Клеточные рецепторы. Гормоны: инсулин, глюкагон. Защитные: антитела. Резервные белки. Дизайн белков. Технологии редактирования генома: цинковые пальцы, TALEN белки, CRISPR. Использование технологий редактирования генома.

## 12. Функциональные элементы генома

Происхождение ДНК. История изучения функции ДНК как наследственного материала. Геном. Доля транскрибируемой ДНК. Мусорная ДНК. Информационная емкость. Реализация ДНК как генетического материала. Анализ первичной структуры ДНК и её функции. Проект ENCODE. Гены человека. Псевдогены, их классификация. Процессированные псевдогены. Механизмы функционального действия процессированных псевдогенов. Регуляторные участки в геноме: промотор, ТАТА-бокс, энхансер, сайленсер, инсулятор. Повторяющиеся последовательности в ДНК. Тандемные повторы: микросателлиты, минисателлиты и сателлиты. Болезни экспансии тринуклеотидных повторов. Диспергированные повторы: транспозоны и ретротранспозоны. Открытие мобильных элементов. Полиморфизм ДНК. Функционирование вторичной структуры ДНК. G-квадруплексы в промоторах и теломерах. ДНКазимы

## 13. Характеристики транскриптома

Общие характеристики транскриптома. Гипотеза мира РНК. Состав РНК в клетке. Основные понятия: транскрипт, транскриптом, транскриптомика. Транскрибирующаяся часть генома, её разнообразие и вариации. Время жизни РНК в клетке. Белок-кодирующие и белок-некодирующие РНК. Возраст транскриптома. Реализация кодирующего потенциала РНК. Описание и функции коротких белок-некодирующих РНК. Механизм RNA-интерференции. Биологическая роль RNA-интерференции. Описание siRNA. Описание miRNA. Транскрипция miRNA. Биогенез siRNA и miRNA Регуляция экспрессии генов на транскрипционном и посттранскрипционном уровнях происходит с помощью малых RNA. Регуляция экспрессии генов с помощью miRNA. DNA-интерференция. Прикладное использование РНК-интерференции. Экзосомы и миРНК. Предсказание взаимодействия миРНК с мРНК. Регуляция экспрессии генов за счет miRNA. piРНК. Механизм образования piРНК. rasiРНК. Малые ядерные РНК - мяРНК (snRNA). Описание и функции длинных некодирующих РНК. Проект GENCODE. Характеристики lincRNA: количество, картирование, размер, изоформы, анализ повторов, консервативность, профиль экспрессии, локализация, трансляция, время жизни. Примеры реализации функции длинных некодирующих РНК. Некодирующая XIST РНК. Процессированные псевдогены. Псевдогены и miRNA. Sponge RNA. Кольцевые РНК – circular RNA. Некодирующая sno-lncRNA РНК. Некодирующая MALAT1 РНК. Некодирующая NEAT1 РНК. Некодирующая RMST РНК. Мутации в белок-некодирующих РНК. Функциональность вторичной структуры РНК. Потенциал вторичной структуры РНК.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Нанотехнологические методы исследования биополимеров**

#### **Цель дисциплины:**

приобретение теоретических и практических знаний по молекулярной биофизике, в контексте современных методов исследования отдельных биомолекул и их комплексов, навыков практического применения данных методов в молекулярной медицине.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области молекулярной биофизики, структуры и функций молекул биополимеров, современных методов бионанотехнологии, использования нанотехнологических методов исследования биополимеров в медицине;
- приобретение теоретических знаний в области детекции макромолекул и практических навыков исследования биополимеров;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области молекулярной биофизики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы и процессы функционирования живых систем;
- строение и функции основных биополимеров живой клетки: ДНК, РНК и белков;
- современные проблемы молекулярной медицины, решаемые с использованием нанотехнологий.

##### **уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных процессов в биологических системах;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач нанотехнологий;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;

- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения в биологических экспериментах и правильно оценить степень их достоверности;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования биологического эксперимента;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач нанотехнологий;
- навыками теоретического анализа задач, связанных с изучением свойств биополимеров на молекулярном и субклеточном уровнях структурной организации.

**Темы и разделы курса:**

1. Биологические чипы

Виды биологических чипов. Биочипы на основе нуклеиновых кислот и белков. Принцип работы и применение в биологии и медицине.

2. Введение в бионанотехнологию

История развития бионанотехнологии. Бионанотехнология – часть молекулярной биофизики. Определение бионанотехнологии как части молекулярной биофизики. Базовые понятия. Общее представление о задачах бионанотехнологии ее связи с другими науками. Области применения

3. Методы детектирования одиночных молекул

Капиллярные ловушки. Электрические ловушки. Оптические ловушки (лазерные твизеры). Магнитные ловушки (магнитные твизеры). SNOM. Атомно-силовая спектроскопия белков и ДНК. Нанопоры.

4. Растворы биополимеров

Базовые понятия. Концентрация, парциальный объем, химический потенциал и активность. Температура. Осмотическое давление. Ионная сила и теория Дебая-Хюккеля. Полиэлектролиты и эффект Доннана. Взаимодействия между молекулами и растворителем. Понятие гидрофобности – гидрофильности.

#### 5. Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров

Устройство и принцип работы сканирующих зондовых микроскопов. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Исследование белков, нуклеиновых кислот и нуклеопротеиновых комплексов с помощью сканирующей зондовой микроскопии. Сканирующая зондовая микроскопия и биочипы. Сканирующая зондовая микроскопия и нанотехнология. Различные комбинации СЗМ. Биологические чипы. Виды биологических чипов. Биочипы на основе нуклеиновых кислот и белков. Принцип работы и применение в биологии и медицине.

#### 6. Структура белков

20 канонических аминокислот. Структурная роль пептидной связи. Взаимодействия, определяющие структуру белка. Структуры высших порядков. Переход глобула-клубок. Изменение конформации белка.

#### 7. Структура нуклеиновых кислот

Химический состав, первичная структура, вторичная структура. Плавление ДНК. Персистентная длина. Гауссов клубок. Компактные формы ДНК. Взаимодействие между макромолекулами и поверхностью.

#### 8. Тенденции развития бионанотехнологий

Оценка потенциала бионанотехнологий. Смена парадигм в бионанотехнологии.

#### 9. Электронная микроскопия

Принципы получения изображений. Устройство ЭМ. Приготовление образцов. Реконструкция изображений. Одиночные объекты. Кристаллы. Иммуно – ЭМ.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Общая биология**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

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

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

**уметь:**

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



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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Клетка, типы клеток. Прокариотическая клетка.

Отличия эукариотической клетки от прокариотической. Строение прокариотических клеток. Основные клеточные органеллы.

2. Деление клетки. Репликация ДНК. Транскрипция. Особенности генома эукариот

Микрофиламенты, микротрубочки, промежуточные филаменты. Клеточный центр. Митотическое деление клеток. Мейоз. Репликация ДНК. Репарация, рекомбинация, рестрикция и модификация ДНК. Транскрипция. Особенности генома эукариот.

3. Биосинтез белка

Этапы биосинтеза белка. Синтез полипептидной цепи из аминокислот. Трансляция. Роль рибосом, молекул мРНК и тРНК. Посттрансляционные модификации полипептидной цепи. Энергозатраты при биосинтезе белка.

4. Эволюция. Филогения.

Жизненные циклы и жизненные формы. Эволюция. Филогения. Родство организмов. Филогенетическая линия растений.

5. Филогенетические линии

Филогенетическая линия разножгутиковых организмов. Филогенетическая линия Alveolata. Филогенетические линии Rhizaria и Excavata.

## 6. Настоящие грибы

Настоящие грибы: Разнообразие, распространённость, жизненные циклы.

## 7. Многоклеточность: вопросы координации и специализации клеток

Многоклеточность: вопросы координации и специализации клеток.

Практикум:

- Передний и задний конец тела, животные (трихоплакс и планария);
- Оси тела по типу растений (растения, гидроидные полипы).

## 8. Многоклеточные животные: общие вопросы, кишечнополостные, черви, экдизозои, вторичноротые

Многоклеточность: вопросы координации и специализации клеток. Многоклеточные животные. Eumetazoa (“настоящие” Metazoa) как монофилетическая группа, их общие признаки.

Группы многоклеточных (1) Губки и кишечнополостные, Lophotrochozoa. Группы многоклеточных (2) Lophotrochozoa, плоские черви. Группы многоклеточных (3) Экдизозои (Ecdysozoa), вторичноротые.

## 9. Многоклеточные животные: хордовые

Происхождение хордовых и их общая характеристика. Первичноводные хордовые.

Выход позвоночных на сушу. Разнообразие амниот.

## 10. Устройство и разнообразие растений

Общие признаки растений, их появление и эволюция. Строение растений. Жизненный цикл растений. Видовое разнообразие растений, основы классификации.

## 11. Микроскопия

Микроскопия световая, флуоресцентная, конфокальная. Световой микроскоп, просмотр готовых препаратов. Подготовка препаратов для световой микроскопии.

## 12. Методы окраски препаратов

Методы окраски препаратов (классические, флуоресцентные красители, иммунохимия. Выявление органоидов, приготовление своих препаратов.

## 13. Практикум. Свойства живого: питание

Типы питания гидры, бадяги, планарии, дафнии. Питание на примере шаровки, сувойки, инфузории туфельки. Питание грибов, бактерий, растений.

## 14. Практикум. Свойства живого: движение

Движение по поверхности воды: василиск, водомерка, прудовик: движение по воде + изменение поверхностного натяжения. Движение по твердой поверхности (геккон и

квакша). Движение за счет потоков воды (жгутиконосцы, инфузории, коловратки); плавание (пиявки); шагание (пиявки).

#### 15. Практикум. Свойства живого: коммуникация

##### Коммуникация

- звуковая (песня сверчка)
- визуальная (кино для рептилий)
- химическая передача эффекта скученности и стресса (ракообразные)
- защитная агрегация *E.coli* на полужидкой среде при действии перекиси водорода
- поведение (ухаживание дрозофил разных видов)

#### 16. Гормональная регуляция

##### Гормональная регуляция

- кворум-эффект у бактерий
- диктиостелиум
- каллусы (иницирование роста стеблей и корней)
- этилен

#### 17. Физиология человека

Замеры различных параметров: ЭКГ, ЭЭГ, полиграф, дыхание, пульс и т.д. Лимфа и лимфатическая система. Система кровообращения. Типы кровеносных сосудов.

Строение сердца. Функциональные свойства миокарда. Проявления сокращений миокарда. Строение и функции органов дыхания. Дыхательный цикл. Вентиляция легких. Факторы, способствующие внешнему дыханию. Свойства сурфактанта. Газообмен в легких. Транспорт кислорода и углекислого газа кровью. Тканевое дыхание. Регуляция дыхания. Дыхательный центр. Механорецепторный контроль дыхания. Хеморецепторный контроль дыхания.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Общая физика: квантовая физика**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами базовых знаний в области квантовой физики для дальнейшего изучения соответствующих разделов теоретической физики, а также углубленного изучения фундаментальных основ современной физики.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся базовых знаний и понятий в области квантовой механики и физики
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения задач квантовой физики
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные законы и понятия квантовой механики, а также границы их применимости:
- основные идеи и понятия: корпускулярно-волновой дуализм, волны де-Бройля, принцип неопределённости Гейзенберга, волновая функция, вероятностная интерпретация волновой функции
- фундаментальные квантовые эксперименты: фотоэффект, эффект Комптона, дифракция рентгеновского излучения и электронов при отражении от кристаллических структур, интерференция электронов (в том числе одночастичная), линейчатые спектры испускания и поглощения атомов, тунелирование, излучение абсолютно чёрного тела.
- характерные временные и пространственные масштабы, на которых проявляются квантовые явления.
- постулаты Бора для атома водорода и квазиклассическое приближение Бора-Зоммерфельда.

- волновое уравнение Шрёдингера для эволюции волновой функции во времени, а также для определения стационарных уровней энергии квантовой системы.
- законы квантования часто встречающихся типов движения: одномерный гармонический осциллятор, квантовый ротатор, электрон в атоме водорода.
- особенности взаимодействия квантовых частиц с потенциальными ямами и барьерами. Тунелирование.
- гиромагнитное соотношение и связь между механическим и магнитным моментами
- что такое орбитальный и спиновый моменты, связь тонкого расщепления в спектрах излучения атомов со спин-орбитальным взаимодействием
- что такое сверхтонкое расщепление и спин атомного ядра
- связь статистики фермионов с правилом запрета Паули и обменным взаимодействием. Правила Хунда заполнения атомных оболочек
- основные закономерности эффекта Зеемана. Сложный и простой эффекты Зеемана. Явления магнитного резонанса. (ЭПР и ЯМР)
- что такое капельная и оболочечная модели атомного ядра. Иметь представление о сильном взаимодействии. Знать характерные размеры атомных ядер и величины энергий связи ядер.
- что такое кварковый состав протона и нейтрона
- что такое радиоактивный распад. Альфа-, бета- и гамма- распад. Иметь представление о биологической опасности радиоактивного распада.
- Что такое слабое взаимодействие, особенности бета-распада, время жизни нейтрона, понятие об антинейтрине.
- основные положения теории рассеяния нейтронов на тяжёлых ядрах (резонансное и нерезонансное взаимодействия, понятие составного ядра)
- основные положения квантовой оптики: фотоны, вынужденное и спонтанное излучение, физика работы лазеров, формула Планка для излучения абсолютно чёрного тела.

**уметь:**

- применять изученные законы квантовой физики для решения конкретных задач:
- применять приближение Бора-Зоммерфельда для решения задач о движении частицы (электрона) в заданном статическом потенциале
- применять уравнение Шрёдингера для определения энергетических уровней стационарных состояний, а также для определения коэффициентов пропускания и отражения потенциальных барьеров и потенциальных ям.
- рассчитывать величину спин-орбитального расщепления энергетических уровней атома в рамках модели LS-связи
- вычислять величину расщепления спектральных линий в эффекте Зеемана с учётом правил отбора

- определять энергию связи атомного ядра в рамках капельной и оболочечной моделей ядра.
- рассчитывать вероятности рассеяния нейтронов на атомных ядрах
- применять законы излучения абсолютно чёрного тела в задачах о тепловом излучении
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты;

**владеть:**

- основными методами решения задач квантовой физики;
- основными математическими инструментами, характерными для задач квантовой физики;

**Темы и разделы курса:**

1. Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей

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

2. Формализм квантовой механики. Потенциальные барьеры

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

3. Потенциальные ямы. Квазиклассическое приближение. Осциллятор

Состояния частицы в одномерной симметричной потенциальной яме. Уровни энергии одномерного гармонического осциллятора (без вывода). Оператор момента импульса.

Квантование проекции момента и квадрата момента импульса. Движение в центральном поле, центробежная энергия, радиальное квантовое число, кратность вырождения.  $s$ -состояния в трёхмерной сферически симметричной яме конечной глубины, условие существования связанных состояний в такой яме.

#### 4. Водородоподобные атомы. Колебательные и вращательные спектры молекул

Закономерности оптических спектров атомов (комбинационный принцип Ритца), формулы серий. Модели атома Томсона и Резерфорда. Постулаты Бора, боровский радиус, энергия атома водорода. Движение в кулоновом поле, случайное вырождение. Спектр атома водорода (без вывода), главное квантовое число, кратность вырождения. Качественный характер поведения радиальной и угловой частей волновой функции. Волновая функция основного состояния. Водородоподобные атомы: влияние заряда ядра (на примере иона гелия) и его массы (изотопический сдвиг), мезоатомы. Характеристическое рентгеновское излучение (закон Мозли). Вращательные спектры плоского и пространственного ротаторов (двухатомная молекула). Вращательные и колебательные уровни молекул, энергетический масштаб соответствующих возбуждений (иерархия молекулярных спектров).

#### 5. Магнитный момент. Спин. Тонкая и сверхтонкая структура атома водорода

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

#### 6. Тождественность частиц. Обменное взаимодействие. Сложные атомы

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

#### 7. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана. Излучение, правила отбора. ЭПР и ЯМР

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

## 8. Ядерные модели

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

## 9. Радиоактивность. Альфа, бета, гамма

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

## 10. Ядерные реакции. Оценка сечений

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

## 11. Фундаментальные взаимодействия. Элементарные частицы

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

## 12. Законы излучения АЧТ

Подсчет числа состояний поля в заданном объеме; фазовый объём, приходящийся на одно квантовое состояние, плотность состояний. Формула Рэлея—Джинса и ультрафиолетовая



катастрофа, формула Вина. Распределение Планка. Закон смещения Вина. Равновесное излучение как идеальный газ фотонов. Законы Кирхгофа и Стефана—Больцмана.

### 13. Спонтанное и вынужденное излучение

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

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Общая физика: лабораторный практикум**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- методику проведения эксперимента;
- методику обработки полученных результатов.

##### **уметь:**

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

##### **владеть:**

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

## Темы и разделы курса:

### 1. Вводные работы 1

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

### 2. Вводные работы 2

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

### 3. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

### 4. Изучение электронного осциллографа.

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

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

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

### 6. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

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

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

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

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

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

#### 9. Определение модуля Юнга

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

#### 10. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 11. Исследование прецессии уравновешенного гироскопа.

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

#### 12. Изучение колебаний струны.

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

#### 13. Исследование свободных колебаний связанных маятников

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

#### 14. Определение скорости полета пули.

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

#### 15. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 16. Стационарное течение (Бернулли, Пуазейль).

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

#### 17. Вязкость жидкости, энергия активации.

По вертикальному падению пробных шариков в вертикальной колбе, заполненной глицерином, измеряется коэффициент вязкости жидкости в зависимости от температуре. По установившейся скорости падения проверяется формула Стокса для силы сопротивления в вязкой жидкости. По температурной зависимости вязкости определяется энергия активации для молекул жидкости. Энергия активация сравнивается с энергией связи, теплотой испарения и энергией поверхностного натяжения.

#### 18. Вакуум.

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

#### 19. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 20. Диффузия.

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

#### 21. Теплопроводность.

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

#### 22. Молекулярные явления

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

#### 23. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 24. Определение $C_p/C_v$ газов.

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

#### 25. Фазовые переходы.

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

#### 26. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

#### 27. Реальные газы.

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

#### 28. Поверхностное натяжение.

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

#### 29. Теплоемкость.

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

#### 30. Магнитометр. Абсолютный вольтметр. Моделирование электрических полей.

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

#### 31. Спектры электрических сигналов. Волновод. Синтез электрических сигналов.

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

#### 32. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

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

### 33. Магнетрон (и фокусировка). Закон трёх вторых. Опыт Милликена.

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

### 34. Сдвиг фаз в цепи переменного тока. Резонанс напряжений. Резонанс токов.

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

### 35. Эффект Холла в полупроводниках. Эффект Холла в металлах. Магнетосопротивление полупроводников.

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

### 36. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

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

### 37. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Дробовой шум. Колебательный контур с нелинейной ёмкостью.

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

### 38. Диа- и парамагнетики. Диа- и парамагнетики. Диа- и парамагнетики. Скин-эффект.

Измерение магнитной восприимчивости диа- и парамагнитных образцов. Изучение температурной зависимости магнитной восприимчивости ферромагнетика выше точки

Кюри. Исследование проникновения переменного магнитного поля в медный полый цилиндр.

39. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

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

40. Баллистический гальванометр.

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

41. Релаксационный генератор. Тлеющий разряд. Высокочастотный разряд.

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

42. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

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

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

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

44. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

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



#### 45. Кольца Ньютона. Интерферометр Жамена. Интерферометр Релея.

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

#### 46. Центрированные оптические системы. Моделирование оптических приборов. Рефрактометр Аббе.

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

#### 47. Изучение лазера.

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

#### 48. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

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

#### 49. Дифракция света.

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

#### 50. Поляризация.

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

#### 51. Интерференция волн СВЧ.

Изучение интерференции электромагнитных волн миллиметрового диапазона с применением двух оптических интерференционных схем. Экспериментальное определение

длины волны излучения и показателя преломления диэлектрика. Экспериментальная проверка закона Малюса.

52. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

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

53. Дифракционные решётки (гониометр).

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

54. Двойное лучепреломление.

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

55. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

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

56. Дифракция на ультразвуковых волнах.

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

57. Разрешательная способность микроскопа (метод Аббе).

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

58. Обсуждение теоретических вопросов предыдущей темы.

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

#### 59. Эффект Погкельса.

Исследование интерференции рассеянного света, прошедшего кристалл. Наблюдение изменения характера поляризации света при наложении на кристалл электрического поля.

#### 60. Эффект Месбауэра. Исследование резонансного поглощения $\gamma$ квантов.

С помощью метода доплеровского сдвига в месбауэровской линии поглощения исследуется резонансное поглощение  $\gamma$ -квантов, испускаемых ядрами олова. Определяется положение максимума резонансного поглощения, его величина, а также экспериментальная ширина линии.

#### 61. Исследование эффекта Комптона.

С помощью сцинтилляционного спектрометра исследуется энергетический спектр  $\gamma$ -квантов, рассеянных на графите. определяется энергия рассеянных  $\gamma$ -квантов в зависимости от угла рассеяния, а также энергия покоя частиц, на которых происходит комптоновское рассеяние.

#### 62. Магнитный момент легких ядер /ЯМР/.

Методом ядерного магнитного резонанса (ЯМР) измеряются g-факторы протона, дейтрона и ядра фтора и вычисляются их магнитные моменты. Результаты сравниваются с вычисленными на основе кварковой модели адронов и одночастичной оболочечной модели ядер.

#### 63. Спектрометрия $\gamma$ – излучения с помощью сцинтилляционного спектрометра. Измерение абсолютной активности препарата Со методом $\gamma$ – $\gamma$ совпадений.

Методом совпадений измеряется абсолютная активность препарата Со. После этого определяется энергия  $\gamma$ -квантов неизвестного радиоактивного препарата.

#### 64. Определение энергии $\alpha$ частиц по величине их пробега в воздухе.

Измеряется пробег  $\alpha$ -частиц в воздухе двумя способами: с помощью торцевого счетчика Гейгера и сцинтилляционного счетчика. По полученным величинам определяется энергия частиц.

#### 65. Измерение времени жизни мюонов на основании углового распределения интенсивности космических лучей.

С помощью телескопа из двух сцинтилляторов измеряется угловое распределение жесткой компоненты космического излучения. На основе полученных данных оценивается время жизни мюона.

66. Сцинтилляционный счетчик для детектирования космического излучения.

Измеряется зависимость вероятности образования ливней вторичных заряженных частиц в свинце от лубины уровня наблюдения (каскадная кривая). По результатам оценивается средняя энергия частиц в ливне.

67. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов, методов регистрации частиц и конструкций фотоумножителей. После этого излагаются основные модели взаимодействия излучения с веществом и элементы физики высоких плотностей энергии.

68. Изучение законов теплового излучения.

Оптическим пирометром с исчезающей нитью и термопарой исследуется излучение нагретых тел. В модели абсолютно черного тела вычисляются значения постоянных Планка и Стефана-Больцмана.

69. Фотоэффект.

Исследуется зависимость фототока от величины задерживающего потенциала и частоты падающего излучения. По результатам вычисляется значение постоянной Планка.

70. Атом водорода.

Исследуются закономерности в оптическом спектре атома водорода. По результатам вычисляются постоянная Ридберга для двух изотопов, их потенциалы ионизации, изотопические сдвиги линий.

71. Эффект Рамзауэра.

Исследуется энергетическая зависимость вероятности рассеяния медленных электронов атомами ксенона. По результатам измерений оценивается размер внешней электронной оболочки атома.

72. Измерение коэффициента ослабления потока  $\gamma$ -лучей в веществе и определение их энергии. Работа по радиационной безопасности.

С помощью сцинтилляционного счетчика измеряются линейные коэффициенты ослабления потока  $\gamma$ -лучей в свинце, железе и алюминии. По результатам определяется энергия  $\gamma$ -квантов.

73. Исследование энергетического спектра  $\beta$ -частиц и определение их минимальной энергии.

С помощью магнитного спектрометра исследуется энергетический спектр  $\beta$ -частиц при распаде ядер цезия. Калибровка спектрометра осуществляется по энергии электронов внутренней конверсии.

74. Опыт Франка-Герца.

Методом электронного возбуждения измеряется энергия первого уровня атома гелия. Сравниваются результаты, полученные в динамическом и статическом режимах.

75. Обсуждение теоретических вопросов по предыдущим темам.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### Общая физика: механика

#### Цель дисциплины:

Освоение студентами базовых знаний в области механики для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ механики.

#### Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний в области механики
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные законы и понятия механики, а также границы их применимости:
- основы кинематики: радиус-вектор, скорость, тангенциальное и нормальное ускорение, радиус кривизны траектории
- законы Ньютона в инерциальных и неинерциальных системах отсчёта
- законы сохранения импульса, энергии, момента импульса
- законы движения тел в поле тяготения (законы Кеплера)
- законы вращательного движения твёрдого тела вокруг неподвижной оси и при плоском движении
- основы приближённой теории гироскопов
- основные понятия теории колебаний: уравнение гармонических колебаний и его решение, затухание, добротность колебательной системы
- базовые понятия теории упругости и гидродинамики

- основы специальной теории относительности :основные постулаты, преобразования Лоренца и их следствия, выражения для импульса и энергии релятивистских частиц

**уметь:**

- применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач механики;
- записывать и решать уравнения движения частицы и системы частиц, в том числе при реактивном движении;
- применять законы сохранения для решения задач о динамике частицы, системы частиц или твёрдых тел;
- применять законы сохранения при исследовании упругих и неупругих столкновений частиц, в том числе релятивистских;
- рассчитывать параметры орбит при движении в поле тяготения для задачи двух тел;
- применять законы механики в различных системах отсчёта, в том числе неинерциальных;
- рассчитывать моменты инерции симметричных твёрдых тел и применять к ним законы вращательного движения;
- рассчитывать периоды колебаний различных механических систем с одной степенью свободы, в том числе для колебания твёрдых тел;
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов , и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

**владеть:**

- основными методами решения задач механики;
- основными математическими инструментами, характерными для задач механики.

**Темы и разделы курса:**

1. Основы кинематики

Кинематика материальной точки. Материальная точка. Системы отсчёта и системы координат (декартова, полярная, сферическая). Радиус-вектор. Виды движения. Линейные и угловые скорости и ускорения. Формулы для нормального, тангенциального и полного ускорений точки. Траектория движения, радиус кривизны траектории.

## 2. Динамика частицы. Законы Ньютона

Динамика материальной точки. Задание состояния частицы в классической механике. Основная задача динамики. Первый закон Ньютона. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. Масса частицы. Инертная и гравитационная массы. Импульс частицы. Примеры взаимодействий, описывающие индивидуальные свойства сил (сила гравитационного притяжения, упругая сила, силы трения и сопротивления и пр.). Второй закон Ньютона как уравнение движения. Роль начальных условий. Третий закон Ньютона.

## 3. Динамика систем частиц. Законы сохранения

Закон сохранения импульса. Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского. Реактивное движение. Формула Циолковского. Работа силы. Мощность. Кинетическая энергия частицы. Понятие силового поля. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Потенциал поля. Закон сохранения энергии в механике. Динамика систем частиц (материальных точек). Центр инерции системы частиц (центр масс). Скорость и ускорение центра инерции системы частиц. Закон движения центра инерции. Система центра инерции (центра масс). Движение системы из двух взаимодействующих частиц (задача двух тел). Приведённая масса. Соотношение между кинетическими энергиями в различных системах отсчёта. Теорема Кёнига. Внутренняя энергия. Общефизический закон сохранения энергии. Анализ столкновения двух частиц для абсолютно упругого и неупругого ударов. Построение и использование векторных диаграмм. Пороговая энергия при неупругом столкновении частиц.

## 4. Момент импульса материальной точки

Момент импульса материальной точки относительно центра (начала) и оси. Момент силы. Связь момента импульса материальной точки с секториальной скоростью. Момент импульса системы материальных точек. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса.

## 5. Законы Кеплера. Тяготение

Движение тел в центральном поле. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера. Финитные и инфинитные движения. Космические скорости. Связь параметров орбиты планеты с полной энергией и моментом импульса планеты. Теорема Гаусса и её применение для вычисления гравитационных полей.

## 6. Вращение твёрдого тела

Вращение твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Вычисление моментов инерции твёрдых тел. Теорема Гюйгенса–Штейнера. Уравнение моментов. Кинетическая энергия вращающегося тела. Уравнения движения и равновесия твёрдого тела. Мгновенная ось вращения. Угловая скорость как вектор, сложение вращений. Независимость угловой скорости вращения твёрдого тела от положения оси, к которой отнесено вращение. Понятие о тензоре инерции и эллипсоиде инерции. Главные оси инерции. Уравнение моментов



относительно движущегося начала и движущейся оси. Плоское движение твёрдого тела. Качение. Скатывание и вкатывание тел на наклонную плоскость. Регулярная прецессия свободного вращающегося симметричного волчка (ротатора). Гироскопы. Движение свободного гироскопа. Уравнение движения гироскопа под действием сил (приближённая теория). Гироскопические силы. Применения гироскопов.

## 7. Неинерциальные системы отсчёта

Силы инерции при ускоренном движении системы отсчёта. Второй закон Ньютона в неинерциальных системах отсчёта. Относительное, переносное, кориолисово ускорения. Центробежная и кориолисова силы. Вес тела. Отклонение падающих тел от направления отвеса. Маятник Фуко.

## 8. Механические колебания и волны

Механические колебания материальной точки. Гармонический осциллятор. Пружинный маятник и математический маятник. Частота и период колебаний. Анализ уравнения движения маятника. Роль начальных условий. Анализ колебаний материальной точки под действием вынуждающей синусоидальной силы. Резонанс. Резонансные кривые. Анализ затухающих колебаний. Сухое и вязкое трение. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, добротность. Фазовая плоскость. Механические колебания тел. Физический маятник. Приведённая длина, центр качания. Теорема Гюйгенса о физическом маятнике. Действие периодических толчков на гармонический осциллятор. Понятие о параметрических колебаниях и автоколебаниях. Описание волнового движения. Волновое число, фазовая скорость. Понятие о бегущих и стоячих волнах.

## 9. Элементы теории упругости

Упругие и пластические деформации. Растяжение и сжатие стержней. Коэффициент упругости, модуль Юнга, коэффициент Пуассона. Объёмная плотность энергии упругой деформации. Анализ всестороннего и одностороннего растяжения и сжатия. Деформации сдвига и кручения. Скорость распространения продольных упругих возмущений в стержнях.

## 10. Элементы гидродинамики

Жидкость и газ в состоянии равновесия. Условие равновесия во внешнем поле сил. Идеальная жидкость. Кинематическое описание движения жидкости. Линии тока, стационарное течение идеальной жидкости и газа. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли. Вязкость. Стационарное течение вязкой жидкости по прямолинейной трубе. Формула Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса и его физический смысл. Пограничный слой и явления отрыва. Объяснение эффекта Магнуса. Понятие о подъёмной силе при обтекании крыла.

## 11. Основы специальной теории относительности

Принцип относительности. Интервал и его инвариантность. Преобразование координат и времени Лоренца, их физический смысл. Относительность понятия одновременности. Замедление времени. Собственное время жизни частицы. Лоренцево сокращение длины. Собственная длина. Сложение скоростей. Эффект Доплера. Импульс релятивистской частицы. Энергия релятивистской частицы, энергия покоя, кинетическая энергия. Связь между энергией и импульсом частицы. Инвариант энергии-импульса. Пороговая энергия при неупругом столкновении двух релятивистских частиц и её связь с классическим случаем неупругого столкновения частиц. Уравнение движения релятивистской частицы.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Общая физика: оптика**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами базовых знаний в области оптических явлений для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ оптики.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся базовых знаний в области оптики
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- о фундаментальные законы и понятия оптики, а также границы их применимости;
- о принцип Ферма и законы геометрической оптики;
- о волновое уравнение, плоские и сферические волны, принцип суперпозиции и интерференция монохроматических волн;
- о временная и пространственная когерентность источника;
- о принцип Гюйгенса–Френеля, дифракция Френеля;
- о дифракция Фраунгофера на щели;
- о спектральные приборы и их основные характеристики;
- о принципы фурье-оптики, пространственное фурье-разложение, эффект саморепродукции;
- о теория Аббе формирования оптического изображения, принцип двойной дифракции;
- о принципы голографии, условие Брэгга–Вульфа.

- о дисперсия света, фазовая и групповая скорости, классическая теория дисперсии;
- о поляризация света, естественный свет, явление Брюстера;
- о дихроизм, поляроиды, закон Малюса;
- о двойное лучепреломление в одноосных кристаллах, интерференционные явления в кристаллических пластинках, эффект Фарадея и эффект Керра.
- о нелинейные оптические явления, нелинейная поляризация среды, генерация второй гармоники (удвоение частоты), фазовый синхронизм, самофокусировка.

**уметь:**

- о применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач по оптике:
- о применять законы геометрической оптики при построении изображений в оптических системах;
- о решать уравнения Гельмгольца для случаев плоских и сферических волн;
- о использовать понятие о зонах Френеля и спирали Френеля при решении задач дифракции на экране с осевой симметрией
- о использовать метод Рэлея решения задачи дифракции: волновое поле как суперпозиция плоских волн разных направлений (пространственное фурье-разложение);
- о анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- о применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

**владеть:**

- о основными методами решения задач оптики;
- о основными математическими инструментами, характерными для задач оптики.

**Темы и разделы курса:**

1. Геометрическая оптика и элементы фотометрии.

Принцип Ферма и законы геометрической оптики. Полное внутреннее отражение. Оптические инструменты: телескоп, микроскоп. Элементы фотометрии. Яркость и освещённость изображения.

2. Интерференция волн.

Волновое уравнение, монохроматические волны, комплексная амплитуда, уравнение Гельмгольца, плоские и сферические волны. Принцип суперпозиции и интерференция монохроматических волн. Видность полос, ширина полосы. Статистическая природа излучения квазимонохроматической волны. Временная когерентность, функция временной когерентности, связь со спектральной интенсивностью (теорема Винера–Хинчина). Ограничение на допустимую разность хода в двухлучевых интерференционных схемах, соотношение неопределенностей. Интерференция при использовании протяженных источников. Пространственная когерентность, функция пространственной когерентности, связь с распределением интенсивности излучения по источнику  $I(x)$  (теорема Ван Циттерта–Цернике). Ограничения на допустимые размеры источника и апертуру интерференции в двухлучевых схемах. Лазеры как источники когерентного излучения.

### 3. Дифракция волн.

Дифракция волн. Принцип Гюйгенса–Френеля. Дифракция на тонком экране. Граничные условия Кирхгофа. Волновой параметр. Дифракция Френеля. Задачи с осевой симметрией, зоны Френеля, спираль Френеля. Зонные пластинки, линза. Дифракция на дополнительном экране, пятно Пуассона. Дифракция Фраунгофера. Световое поле в зоне Фраунгофера как преобразование Фурье граничного поля. Дифракция Фраунгофера на щели, дифракционная расходимость. Дифракционный предел разрешения телескопа и микроскопа. Поле в фокальной плоскости линзы.

### 4. Разрешающая способность оптических инструментов.

Спектральные приборы: призма, дифракционная решётка, интерферометр Фабри–Перо. Характеристики спектральных приборов: разрешающая способность, область дисперсии, угловая дисперсия. Теория Аббе формирования оптического изображения, принцип двойной дифракции. Полоса пропускания оптической системы, связь с разрешающей способностью. Разрешающая способность при когерентном и некогерентном освещении.

### 5. Элементы фурье-оптики.

Принципы фурье-оптики. Метод Рэлея решения задачи дифракции: волновое поле как суперпозиция плоских волн разных направлений (пространственное фурье-разложение), соотношение неопределённости. Дифракция Френеля на периодических структурах (эффект саморепродукции). Область геометрической оптики.

### 6. Элементы голографии.

Принципы голографии. Голограмма Габора. Голограмма с наклонным опорным пучком. Разрешающая способность голограммы. Объёмная голограмма, объёмная решётка в регистрирующей среде, условие Брэгга–Вульфа.

### 7. Дисперсия. Фазовая и групповая скорости.

Дисперсия света, фазовая и групповая скорости, формула Рэлея. Классическая теория дисперсии. Комплексный показатель преломления и поглощения света в среде. Затухающие волны, закон Бугера. Нормальная и аномальная дисперсии. Радиоволны в ионосфере и дальняя радиосвязь.

#### 8. Поляризация света. Элементы кристаллооптики.

Поляризация света. Естественный свет. Явление Брюстера. Дихроизм, поляроиды, закон Малюса. Двойное лучепреломление в одноосных кристаллах. Интерференционные явления в кристаллических пластинках. Понятие об искусственной анизотропии. Эффект Фарадея и эффект Керра.

#### 9. Рассеяние света.

Рэлеевское рассеяние (рассеяние на флуктуациях плотности). Эффективное сечение рассеяния. Поляризация рассеянного света

#### 10. Нелинейные оптические явления.

Нелинейная поляризация среды. Генерация второй гармоники (удвоение частоты), фазовый синхронизм. Самофокусировка.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Общая физика: термодинамика и молекулярная физика**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами базовых знаний в области механики для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ статистической физики и физической кинетики.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся базовых знаний в области термодинамики и молекулярной физики
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные законы и понятия термодинамики и молекулярной физики, а также границы их применимости:
- основные законы термодинамики (1, 2, 3 «начала»)
- понятие о равновесных и неравновесных процессах, термодинамическое определение энтропии, закон возрастания энтропии, энтропия идеального газа
- основы молекулярно-кинетической теории (основное уравнение МКТ, длина свободного пробега, распределения Больцмана, Максвелла)
- основы статистической физики (статистический смысл энтропии, понятие о распределении Гиббса)
- основы квантовой теории теплоёмкости (степени свободы и их возбуждение, характеристические температуры, закон Дюлонга-Пти)

- основы теории фазовых переходов (фазовые диаграммы, теплоты переходов, уравнение Клапейрона-Клаузиуса)
- основные законы поверхностного натяжения (коэффициент поверхностного натяжения, формула Лапласа, внутренняя энергия единицы поверхности)
- основы теории процессов переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость. Коэффициенты переноса в газовых средах. Броуновское движение, закон Эйнштейна-Смолуховского. Связь между подвижностью и коэффициентом диффузии.

**уметь:**

- применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач механики:
- применять законы сохранения для расчёта процессов сжатия/расширения газов, в том числе: для расширения газа в пустоту; истечение газов из малого отверстия; течение в условиях эффекта Джоуля-Томсона
- рассчитывать КПД равновесных циклов тепловых и холодильных машин, в том числе заданных в координатах TS
- рассчитывать изменение энтропии в неравновесных процессах, а также максимальную и минимальную работы систем
- рассчитывать тепловые процессы с учётом наличия фазовых переходов и эффектов поверхностного натяжения
- рассчитывать тепловые процессы для неидеальных газов (для уравнения Ван-дер-Ваальса)
- пользоваться вероятностными распределениями, уметь вычислять средние значения и среднеквадратичные отклонения параметров для случаев распределений Больцмана и Максвелла.
- рассчитывать статистический вес и энтропию на основе статистической теории для простейших систем с дискретными энергетическими уровнями
- рассчитывать скорость переноса вещества (или тепла) при диффузии (или теплопроводности) в стационарных и квазистационарных случаях
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты;

**владеть:**

- основными методами решения задач термодинамики и молекулярной физики;



□ основными математическими инструментами, характерными для задач термодинамики и молекулярной физики.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Основные понятия молекулярной физики

Основные понятия молекулярной физики и термодинамики: предмет исследования, его характерные особенности. Задачи молекулярной физики. Макроскопические параметры. Агрегатные состояния вещества. Уравнения состояния (термическое и калорическое). Идеальный и неидеальный газы. Давление идеального газа как функция кинетической энергии молекул. Соотношение между температурой идеального газа и кинетической энергией его молекул. Законы идеальных газов. Уравнения состояния идеального газа.

Термодинамическая система. Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Определение температуры идеального газа. Равновесное и неравновесное состояния. Квазистатические, обратимые и необратимые термодинамические процессы.

#### 2. Термодинамические процессы. Первое начало термодинамики

Работа, теплота, внутренняя энергия. Функции состояния. Термическое и калорическое уравнения состояния. Первое начало термодинамики. Циклические процессы. Работа при циклическом процессе.

Теплоёмкость. Теплоёмкость идеальных газов при постоянном объёме и постоянном давлении, уравнение Майера.

Адиабатический и политропический процессы. Уравнения адиабаты и политропы для идеального газа. Независимость внутренней энергии идеального газа от объёма.

Скорость звука в газах. Энтальпия. Зависимость энтальпии идеального газа от давления. Скорость истечения газа из отверстия.

#### 3. Второе начало термодинамики. Энтропия.

Формулировки второго начала. Тепловая машина. Определение КПД тепловой машины. Цикл Карно. Теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Максимальность КПД цикла Карно по сравнению с другими термодинамическими циклами.

Холодильная машина. Эффективность холодильной машины. Тепловой насос. Эффективность теплового насоса, работающего по циклу Карно. Связь между коэффициентами эффективности теплового насоса и холодильной машины.

Термодинамическое определение энтропии. Закон возрастания энтропии. Энтропия идеального газа. Энтропия в обратимых и необратимых процессах. Адиабатическое расширение идеального газа в вакуум. Объединённое уравнение первого и второго начал термодинамики.

Третье начало термодинамики. Изменение энтропии и теплоёмкости при приближении температуры к абсолютному нулю.

#### 4. Термодинамические функции и их свойства

Свойства термодинамических функций. Максимальная и минимальная работа. Преобразования термодинамических функций. Соотношения Максвелла. Зависимость внутренней энергии от объёма. Зависимость теплоёмкости от объёма. Соотношение между  $C_P$  и  $C_V$ .

Теплофизические свойства твёрдых тел. Термодинамика деформации твёрдых тел. Изменение температуры при адиабатическом растяжении упругого стержня. Тепловое расширение как следствие ангармоничности колебаний в решётке. Коэффициент линейного расширения стержня.

#### 5. Фазовые переходы

Фазовые переходы I и II рода. Химический потенциал. Условие равновесия фаз. Кривая фазового равновесия. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса. Диаграмма состояния двухфазной системы «жидкость–пар». Зависимость теплоты фазового перехода от температуры. Критическая точка. Тройная точка. Диаграмма состояния «лёд–вода–пар». Метастабильные состояния. Перегретая жидкость и переохлаждённый пар.

#### 6. Реальные газы

Газ Ван-дер-Ваальса как модель реального газа. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Уравнение адиабаты газа Ван-дер-Ваальса. Правило Максвелла и правило рычага. Критические параметры и приведённое уравнение состояния газа Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Адиабатическое расширение газа Ван-дер-Ваальса в вакуум. Энтропия газа Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля–Томсона. Адиабатическое расширение, дросселирование.

#### 7. Поверхностные явления.

Термодинамика поверхности. Свободная энергия поверхности. Краевые углы. Смачивание и несмачивание. Формула Лапласа. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Кипение. Роль зародышей при образовании новой фазы.

#### 8. Элементы теории вероятностей.

Условие нормировки. Средние величины и дисперсия. Биномиальный закон распределения. Распределение Пуассона. Распределение Гаусса.

#### 9. Распределения Максвелла и Больцмана.

Распределения Максвелла. Распределение частиц по компонентам скорости и абсолютным значениям скорости. Доля молекул, лежащих в заданном интервале скоростей. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости. Распределения Максвелла по энергиям. Среднее число ударов молекул, сталкивающихся в единицу времени с единичной площадкой. Средняя энергия молекул, вылетающих в вакуум через малое отверстие в сосуде.

Распределение Больцмана в однородном поле сил. Барометрическая формула. Распределение Максвелла–Больцмана.

## 10. Основы статистической физики.

Динамические и статистические закономерности. Макроскопические и микроскопические состояния. Фазовое пространство. Представление о распределении Гиббса. Микро- и макросостояния. Статистический вес макросостояния. Статистическая сумма и её использование для нахождения внутренней энергии. Энергия, теплоёмкость, энтропия газа, молекулы которого имеют два дискретных энергетических уровня.

Статистическое определение энтропии. Аддитивность энтропии. Закон возрастания энтропии. Статистическая температура. Энтропия при смешении газов. Парадокс Гиббса.

## 11. Теория теплоёмкостей.

Классическая теория теплоёмкостей. Закон равном распределения энергии теплового движения по степеням свободы. Теплоёмкость кристаллов (закон Дюлонга–Пти). Элементы квантовой теории теплоёмкостей. Характеристические температуры. Зависимость теплоёмкости от температуры.

## 12. Флуктуации.

Средние значения энергии и дисперсии (среднеквадратичной флуктуации) энергии частицы. Флуктуации и распределение Гаусса. Флуктуации термодинамических величин. Флуктуация температуры в фиксированном объёме. Флуктуация объёма в изотермическом и адиабатическом процессах. Флуктуации аддитивных физических величин. Зависимость флуктуаций от числа частиц, составляющих систему. Влияние флуктуаций на чувствительность измерительных приборов (на примере пружинных весов).

## 13. Элементы физической кинетики.

Столкновения. Эффективное газокинетическое сечение. Длина свободного пробега. Распределение молекул по длинам свободного пробега. Число столкновений молекул между собой. Явления переноса: вязкость, теплопроводность и диффузия. Законы Фика и Фурье. Коэффициенты вязкости, теплопроводности и диффузии в газах.

## 14. Броуновское движение. Явления переноса в разреженных газах.

Подвижность. Закон Эйнштейна–Смолуховского. Связь подвижности частицы и коэффициента диффузии. Эффект Кнудсена. Эффузия. Течение разреженного газа через прямолинейную трубу.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Общая физика: электричество и магнетизм**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами базовых знаний в области физики электромагнитных явлений для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ электричества и магнетизма

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся базовых знаний в области электричества и магнетизма
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- о фундаментальные законы и понятия физики электромагнитных явлений, а также границы их применимости:
- о закон сохранения заряда, закон Кулона, принцип суперпозиции, теорема Гаусса в интегральном и дифференциальном виде;
- о понятие потенциала и его связь с напряжённостью поля;
- о основные понятия при вычислении электрическое поля в веществе: векторы поляризации и электрической индукции, поляризуемость и диэлектрическая проницаемость;
- о закон Ома в интегральной и дифференциальной формах, правила Кирхгофа, закон Джоуля–Ленца;
- о закон Био–Савара, теорема о циркуляции для магнитного поля в интегральном и дифференциальном виде;

- о основные понятия при вычислении магнитного поля в веществе: магнитная индукция и напряжённость поля, вектор намагниченности, токи проводимости и молекулярные токи;
- о закон электромагнитной индукции, правило Ленца;
- о основные понятия теории колебаний: свободные затухающие колебания, коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность, вынужденные колебания, резонанс, параметрическое возбуждение колебаний, автоколебания;
- о уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме;
- о закон сохранения энергии и теорема Пойнтинга;
- о базовые понятия о плазме и волноводах.

**уметь:**

- о применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач по электричеству и магнетизму;
- о применять теорему Гаусса для нахождения электрического поля в вакууме и в веществе;
- о записывать и решать уравнения Пуассона и Лапласа;
- о применять теорему о циркуляции для нахождения магнитного поля в вакууме и в веществе;
- о применять метод «изображений» для вычисления электрических и магнитных полей;
- о применять энергетический метод вычисления сил в электрическом и магнитном поле;
- о рассчитывать электрическую ёмкость и коэффициенты само- и взаимной индукции;
- о использовать комплексную форму представления колебаний и векторные диаграммы при расчете колебательных контуров;
- о анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- о применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

**владеть:**

- основными методами решения задач физики электромагнитных явлений;
- основными математическими инструментами, характерными для задач электричества и магнетизма.

## Темы и разделы курса:

### 1. Электрическое поле в вакууме

1. Электрическое поле в вакууме. Электрические заряды и электрическое поле. Закон сохранения заряда. Напряжённость электрического поля. Закон Кулона. Система единиц СГСЭ. Принцип суперпозиции. Электрическое поле диполя. Теорема Гаусса для электрического поля в вакууме в интегральной и дифференциальной формах. Её применение для нахождения электростатических полей. Потенциальный характер электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов. Связь напряжённости поля с градиентом потенциала. Граничные условия на заряженной поверхности. Уравнения Пуассона и Лапласа. Единственность решения электростатической задачи. Метод «изобразений».

2. Электрическое поле в веществе. Проводники в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации. Свободные и связанные заряды. Теорема Гаусса при наличии диэлектриков. Вектор электрической индукции. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость. Граничные условия на поверхности проводника и на границе двух диэлектриков. Электрическая ёмкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Взаимная энергия зарядов. Энергия диполя в электрическом поле. Энергетический метод вычисления сил в электрическом поле.

3. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Постоянный ток. Сила и плотность тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Электродвижущая сила. Правила Кирхгофа. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля–Ленца. Токи в объёмных средах. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Вектор магнитной индукции. Сила Лоренца. Сила Ампера. Закон Био–Савара. Магнитное поле равномерно движущегося точечного заряда. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный момент тока. Теорема о циркуляции для магнитного поля в вакууме и её применение к расчету магнитных полей. Магнитное поле тороидальной катушки и соленоида. Дифференциальная форма теоремы о циркуляции.

4. Магнитное поле в веществе. Магнитная индукция и напряжённость поля. Вектор намагниченности. Токи проводимости и молекулярные токи. Теорема о циркуляции для магнитного поля в веществе. Граничные условия на границе двух магнетиков. Применение теоремы о циркуляции для расчёта магнитных полей. Магнитные свойства вещества. Качественные представления о механизме намагничивания пара- и диамагнетиков. Понятие о ферромагнетиках. Гистерезис. Магнитные свойства сверхпроводников I рода. Электромагнитная индукция в движущихся и неподвижных проводниках. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Относительный характер электрического и магнитного полей. Преобразование  $\rightarrow E$  и  $\rightarrow B$  (при  $v \ll c$ ). Коэффициенты само- и взаимной индукции. Процесс установления тока в цепи, содержащей индуктивность. Теорема взаимности. Магнитная энергия и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Энергетический метод вычисления сил в магнитном поле. Подъёмная сила электромагнита.

5. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Определение удельного заряда электрона.

6. Электромагнитные колебания. Квazистационарные процессы. Колебания в линейных системах. Колебательный контур. Свободные затухающие колебания. Коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность. Энергетический смысл добротности. Вынужденные колебания под действием синусоидальной силы. Амплитудная и фазовая характеристики. Резонанс. Процесс установления стационарных колебаний. Параметрическое возбуждение колебаний. Понятие об автоколебаниях. Обратная связь. Условие самовозбуждения. Роль нелинейности. Электрические флуктуации. Тепловой шум, формула Найквиста. Дробовой шум, формула Шоттки (без вывода). Флуктуационный предел измерения слабых сигналов. Комплексная форма представления колебаний. Векторные диаграммы. Комплексное сопротивление (импеданс). Правила Кирхгофа для переменных токов. Работа и мощность переменного тока. Вынужденные колебания под действием несинусоидальной силы. Амплитудная и фазовая модуляции. Понятие о спектральном разложении. Спектр одиночного прямоугольного импульса и периодической последовательности импульсов. Соотношение неопределённостей. Спектральный анализ линейных систем. Колебательный контур как спектральный прибор. Частотная характеристика и импульсный отклик. Понятие о детектировании модулированных сигналов.

7. Электромагнитные волны. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Граничные условия. Ток смещения. Материальные уравнения. Волновое уравнение. Электромагнитные волны в однородном диэлектрике, их поперечность и скорость распространения. Поток энергии в электромагнитной волне. Закон сохранения энергии и теорема Пойнтинга. Электромагнитная природа света. Монохроматические волны. Комплексная амплитуда. Уравнение Гельмгольца. Плоские и сферические волны. Давление излучения. Электромагнитный импульс. Излучение диполя (без вывода). Понятие о линиях передачи энергии. Двухпроводная линия. Коэффициент стоячей волны (КСВ). Согласованная нагрузка. Электромагнитные волны в прямоугольном волноводе. Дисперсионное уравнение. Критическая частота. Понятие об объёмных резонаторах.. Скин-эффект. Электромагнитные волны на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Явление Брюстера. Явление полного внутреннего отражения. Понятие о поверхностных волнах.

8. Плазма.. Плазма. Экранировка, дебаевский радиус. Плазменная частота. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Электромагнитные волны в плазме.

## 2. Электрическое поле в веществе

Проводники в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации. Свободные и связанные заряды. Теорема Гаусса при наличии диэлектриков. Вектор электрической индукции. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость. Граничные условия на поверхности проводника и на границе двух диэлектриков. Электрическая ёмкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Взаимная энергия зарядов. Энергия диполя в электрическом поле. Энергетический метод вычисления сил в электрическом поле.

## 3. Магнитное поле постоянных токов в вакууме

Постоянный ток. Сила и плотность тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Электродвижущая сила. Правила Кирхгофа. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля–Ленца. Токи в объёмных средах. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Вектор магнитной индукции. Сила Лоренца. Сила Ампера. Закон Био–Савара. Магнитное поле равномерно движущегося точечного заряда. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный момент тока. Теорема о циркуляции для магнитного поля в вакууме и её применение к расчету магнитных полей. Магнитное поле тороидальной катушки и соленоида. Дифференциальная форма теоремы о циркуляции.

#### 4. Магнитное поле в веществе

Магнитная индукция и напряжённость поля. Вектор намагниченности. Токи проводимости и молекулярные токи. Теорема о циркуляции для магнитного поля в веществе. Граничные условия на границе двух магнетиков. Применение теоремы о циркуляции для расчёта магнитных полей. Магнитные свойства вещества. Качественные представления о механизме намагничивания пара- и диамагнетиков. Понятие о ферромагнетиках. Гистерезис. Магнитные свойства сверхпроводников I рода. Электромагнитная индукция в движущихся и неподвижных проводниках. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Относительный характер электрического и магнитного полей. Преобразование  $\rightarrow E$  и  $\rightarrow B$  (при  $v \ll c$ ). Коэффициенты само- и взаимной индукции. Процесс установления тока в цепи, содержащей индуктивность. Теорема взаимности. Магнитная энергия и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Энергетический метод вычисления сил в магнитном поле. Подъёмная сила электромагнита.

#### 5. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях

Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Определение удельного заряда электрона.

#### 6. Электромагнитные колебания

Квазистационарные процессы. Колебания в линейных системах. Колебательный контур. Свободные затухающие колебания. Коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность. Энергетический смысл добротности. Вынужденные колебания под действием синусоидальной силы. Амплитудная и фазовая характеристики. Резонанс. Процесс установления стационарных колебаний. Параметрическое возбуждение колебаний. Понятие об автоколебаниях. Обратная связь. Условие самовозбуждения. Роль нелинейности. Электрические флуктуации. Тепловой шум, формула Найквиста. Дробовой шум, формула Шоттки (без вывода). Флуктуационный предел измерения слабых сигналов. Комплексная форма представления колебаний. Векторные диаграммы. Комплексное сопротивление (импеданс). Правила Кирхгофа для переменных токов. Работа и мощность переменного тока. Вынужденные колебания под действием несинусоидальной силы. Амплитудная и фазовая модуляции. Понятие о спектральном разложении. Спектр одиночного прямоугольного импульса и периодической последовательности импульсов. Соотношение неопределённостей. Спектральный анализ линейных систем. Колебательный контур как спектральный прибор. Частотная характеристика и импульсный отклик. Понятие о детектировании модулированных сигналов.



## 7. Электромагнитные волны

Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Граничные условия. Ток смещения. Материальные уравнения. Волновое уравнение. Электромагнитные волны в однородном диэлектрике, их поперечность и скорость распространения. Поток энергии в электромагнитной волне. Закон сохранения энергии и теорема Пойнтинга. Электромагнитная природа света. Монохроматические волны. Комплексная амплитуда. Уравнение Гельмгольца. Плоские и сферические волны Давление излучения. Электромагнитный импульс. Излучение диполя (без вывода). Понятие о линиях передачи энергии. Двухпроводная линия. Коэффициент стоячей волны (КСВ). Согласованная нагрузка. Электромагнитные волны в прямоугольном волноводе. Дисперсионное уравнение. Критическая частота. Понятие об объёмных резонаторах. Скин-эффект. Электромагнитные волны на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Явление Брюстера. Явление полного внутреннего отражения. Понятие о поверхностных волнах.

## 8. Плазма

Плазма. Экранировка, дебаевский радиус. Плазменная частота. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Электромагнитные волны в плазме.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Основы анатомии и физиологии**

#### **Цель дисциплины:**

Цель первого модуля - освоение студентами базовых знаний относящихся к физиологии висцеральных систем. Ознакомление студентов с механизмами нормального функционирования организма, принципами регуляции различных систем организма и с последствиями отклонений в работе систем регуляции (элементы патологической физиологии). Определение круга наиболее актуальных современных физиологических вопросов и задач, в решении которых могут принять активное участие специалисты с фундаментальным образованием в области физики и математики.

Цель второго модуля - освоение студентами базовых знаний в области создания физиологии нервной системы, основных фундаментальных понятий, законов и теорий современной нейрофизиологии.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с основными механизмами функционирования важнейших внутренних систем организма – кровообращения, дыхания, выделения, пищеварения;
- ознакомление студентов с медицинской терминологией, что должно позволить им эффективно сотрудничать с врачами и работать в медицинских исследовательских лабораториях;
- подробный анализ механизмов регуляции деятельности внутренних систем организма;
- анализ математических моделей физиологических процессов;
- ознакомление студентов с основными методами физиологических исследований и используемой для этого аппаратурой;
- выработка у студентов способности ориентироваться в оценке количественных связей и закономерностей функционирования организма в норме и при наиболее распространенных видах патологии;
- критический анализ ряда существующих физиологических и клинических представлений о механизмах возникновения патологических состояний;
- обучение студентов основам современных представлений в области законов, теорий и моделей, лежащих в основе современной физиологии нервной системы;
- овладение нейрофизиологической терминологией;

- овладение навыками самостоятельной работы и освоения новых разделов физиологии;
- ознакомление студентов с основными методами нейрофизиологических исследований и используемой для этого аппаратурой;
- выработка способности ориентироваться в классических и современных постановках фундаментальных и прикладных задач в области нейрофизиологии; оценивать корректность постановок задач и достоверность выводов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- основные фундаментальные понятия, законы и теории современной нейрофизиологии;
- общие принципы строения нервной системы позвоночных и беспозвоночных;
- историю развития представлений о физиологии человека;
- современные представления о принципах функционирования систем, образующих организм человека;
- основные фундаментальные понятия, законы и теории современной физиологии, общие принципы регуляции функций в организме человека.

#### **уметь:**

- ориентироваться в классических и современных постановках фундаментальных и прикладных задач в области нейрофизиологии;
- оценивать корректность постановок задач;
- ориентироваться в классических и современных постановках фундаментальных и прикладных задач в области физиологии висцеральных систем;
- оценивать корректность постановки предлагаемых к решению задач;
- производить количественные оценки различных параметров, характеризующих функции организма, что должно позволить ставить разумные задачи и отвергать явно нереалистичные утверждения.

#### **владеть:**

- нейрофизиологической терминологией;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых разделов физиологии;
- основами современных представлений в области законов, теорий и моделей, лежащих в основе современной физиологии нервной системы;
- культурой постановки, анализа и решения фундаментальных и прикладных задач, навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов;

- физиологической и медицинской терминологией;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых разделов физиологии;
- культурой постановки, анализа и решения фундаментальных и прикладных физиологических задач.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Предмет и задачи физиологии.**

Физиология, как теоретическая основа медицины. Основные сведения о взаимодействии различных висцеральных систем.

#### **2. Сосудистая система I. Ветвящиеся системы.**

Сосудистая система I. Анатомическое строение. Принципы построения транспортных систем. Строение системы кровообращения. Ветвящиеся системы. Принципы оптимальности в организации ветвящихся систем. Распределение Ципфа для ветвящихся систем.

#### **3. Кровь. Плазма крови. Форменные элементы крови.**

Состав крови. Физические свойства крови. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Кровь, как ньютоновская и неньютоновская жидкость (области применимости). Осмотическое и коллоидно-осмотическое давление крови. Буферные системы крови. Уравнение Гендерсона-Гессельбаха.

Плазма крови: состав и вязкость. Белки плазмы (альбумины и глобулины) и их функция.

Форменные элементы крови. Эритроциты: физические свойства и функция. Механические характеристики эритроцитарной мембраны. Осмотический гемолиз.

#### **4. Гемоглобин. Группы крови. Холестерол и липидный спектр плазмы крови.**

Гемоглобин. Показатель гематокрита. Динамический гематокрит. Содержание гемоглобина в крови. Анемии, виды анемий.

Группы крови. Свертываемость крови (реакция агглютинации). Фибриноген. Тромбоциты и их функция.

Холестерол и липидный спектр плазмы крови. Липопротеиды высокой и низкой плотности. Триглицериды.

#### **5. Сосудистая система II. Физические законы движения крови. Артериальное давление.**

Сосудистая система II. Строение сосудистой стенки. Классификация сосудов. Особенности топологической организации системы гладких мышц в медиальном слое сосудов разного калибра.

Физические законы движения крови. Закон Пуазейля. Скорость и напряжение сдвига.

Артериальное давление. Распределение напряжений в нагруженной сосудистой стенке. Трансмуральное давление. Закон Лапласа.

#### **6. Распределение кровотока между различными органами.**

Система кровоснабжения головного мозга. Местные механизмы регуляции кровообращения. Миогенная реакция Бейлисса. Ауторегуляция органного кровотока. Выраженность ауторегуляции в различных органах.

7. Роль эндотелия в регуляции органного кровотока.

Механочувствительность эндотелия. Производимые эндотелием факторы расслабления и сокращения гладких мышц. Оксид азота. Эндотелиальный гликокаликс и его роль в нормальном функционировании эндотелия.

8. Метаболическая теория рабочей гиперемии.

Метаболическая теория рабочей гиперемии. Выраженность рабочей гиперемии в различных органах. Координированное вовлечение в процесс рабочей гиперемии сосудов разного калибра и механизмы, определяющие дилатацию сосудов разного уровня.

9. Роль венозного отдела сосудистой системы. Обмен жидкости в капиллярах.

Роль венозного отдела сосудистой системы. Влияние венозной недостаточности на функционирование сердечно-сосудистой системы. Венозный возврат крови к сердцу и механизмы, его обеспечивающие.

Обмен жидкости в капиллярах: гипотеза Старлинга.

10. Центральная регуляция артериального давления. Роль гуморальных факторов в регуляции кровообращения. Изменения, происходящие в сосудистой системе при оборонительной реакции.

Центральная регуляция артериального давления. Барорецепторы синокаротидных и кардиоаортальной зон. Сосудодвигательный центр. Симпатическая регуляция сосудистого тонуса.

Роль гуморальных факторов в регуляции кровообращения. Адреналин и норадреналин.

Изменения, происходящие в сосудистой системе при оборонительной реакции. Адренорецепторы в системе сосудистых гладких мышц.

11. Атеросклероз: этиология и патогенез.

Влияние атеросклеротических изменений сосудистой стенки на функционирование и регуляцию системы кровообращения. Связь атеросклеротических изменений сосудистой стенки с величиной напряжения сдвига.

12. Особенности кровообращения в малом круге.

Особенности кровообращения в малом круге. Давление в легочной артерии.

13. Математическое моделирование сосудистой системы.

Математическое моделирование сосудистой системы. Резистивные, емкостные и индуктивные свойства сосудов. Пульсовая волна. Формула Моенса-Кортевега для скорости распространения пульсовой волны. Модель упругого резервуара Франка. Модели с сосредоточенными и распределенными параметрами. Гидравлический импеданс сосудистой сети.

14. Сердце.

Сердце. Строение и функция сердца. Проводящая система сердца. Мембранный потенциал клеток проводящей системы. Градиент автоматии. Номотопные и гетеротопные водители ритма. Нарушения функционирования проводящей системы. Ревербераторы. Реакция Белоусова-Жаботинского. Сердечный цикл. Длительность различных фаз сердечного цикла.

15. Строение сердечной мышцы. Активные свойства сердца.

Строение сердечной мышцы. Внешняя работа, производимая левым и правым желудочками. Статическая и динамическая модели сердца.

Активные свойства сердца: сократимость, возбудимость, проводимость, рефрактерность.

16. Регуляция насосной функции сердца.

Регуляция насосной функции сердца. Гетерометрическая регуляция. Закон Франка-Старлинга. Фракция выброса. Симпатическая и парасимпатическая регуляция функции сердца. Рефлексы Гольца и Данини-Ашнера. Сопряжение моделей сердца с моделями сосудистой сети.

17. Дыхание.

Дыхание. Тканевое (клеточное) и внешнее дыхание (вентиляция легких). Функция легких. Трахеобронхиальное дерево, как транспортная система. Анатомическое мертвое пространство (уравнение Бора). Дыхательные движения. Дыхательные объемы. Глубина и частота дыханий. Плевральное давление. Дыхательные мышцы. Механика дыхания.

Газообмен в легких. Легочные шунты. Неоднородность отношения перфузии и вентиляции в различных отделах легких. Роль сурфактанта в стабилизации размера альвеол. Диффузия газов между альвеолами и легочными капиллярами.

18. Дыхательная функция крови.

Дыхательная функция крови. Эффект Бора и его физиологическое значение. Карбоангидраза.

Гипоксические состояния, их классификация и компенсаторные механизмы.

19. Регуляция дыхания.

Автоматизм дыхательного центра. Центры вдоха и выдоха. Инспираторные и экспираторные нейроны. Хеморецепторы в сосудистой системе. Рефлекс Геринга-Брейера. Дыхательный центр. Роль CO<sub>2</sub>. Соотношение между дыхательными эффектами гиперкапнии и гипоксемии. Опыт Фридериксона.

20. Система выделения. Функция почек.

Система выделения. Баланс жидкости в организме. Жидкостный гомеостаз и его количественные характеристики. Объем потребляемой жидкости и пути её выведения. Жидкостные пространства организма.

Функция почек. Структура нефрона. Корковые и юкстамедуллярные нефроны. Роль почек в поддержании жидкостного гомеостаза.

21. Клубочковая фильтрация.

Канальцевая реабсорбция и секреция. Понятие о клиренсе. Клиренс азотистых соединений (мочевины и креатинина). Поворотно-противоточный механизм. Концентрация мочи.

Регуляция осмотического давления крови. Осморцепторы. Антидиуретический гормон (АДГ). Поддержание кислотно-щелочного равновесия. Гуморальная регуляция функции почек.

22. Ренин-ангиотензинная система. Влияние альдостерона на электролитный состав плазмы крови.

Ренин-ангиотензинная система. Роль почек в регуляции артериального давления.

Влияние альдостерона на электролитный состав плазмы крови.

23. Пищеварение. Пищеварение в ротовой полости.

Пищеварение. Анатомия желудочно-кишечного тракта. Отделы ЖКТ, сфинктеры. Закон Кеннона.

Пищеварение в ротовой полости. Механизм глотания. Слюнные железы. Регуляция слюноотделения. Альфа амилаза и всасывание в ротовой полости.

24. Пищеварение в желудке.

Пищеварение в желудке. Фазы желудочного пищеварения. Состав желудочного сока. Функция главных и обкладочных клеток. pH желудочного сока в разных отделах желудка. Стимуляторы и ингибиторы желудочной секреции. Моторика пищевода и желудка. Опыты И.П.Павлова. Желудочки по Павлову и по Гайденгайну.

25. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Основные функции печени.

Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Экзокринная функция поджелудочной железы. Панкреатические ферменты и механизм их активации. Энтерокиназа кишечного сока. Желчная секреция.

Основные функции печени. Организация кровотока в желудочно-кишечном тракте. Детоксицирующая функция печени.

26. Нервная и гуморальная регуляция пищеварения в желудке и двенадцатиперстной кишке. Всасывание в тонком кишечнике. Моторика желудочно-кишечного тракта.

Нервная и гуморальная регуляция пищеварения в желудке и двенадцатиперстной кишке. Энтеральная нервная система: строение и функция. Гормоны, вырабатываемые стенкой 12-перстной кишки.

Всасывание в тонком кишечнике. Строение кишечной стенки. Пристенное пищеварение. Механизмы транспорта через кишечную стенку. Моторика желудочно-кишечного тракта. Перистальтические движения, сегментация, мультигаустрация. Регуляция тонуса сфинктеров.

27. Введение в эндокринологию. Эндокринные железы.

Введение в эндокринологию. Эндокринные железы. Классификация гормонов. Паракринное действие физиологически активных веществ. Автокоиды. Рилизинг-факторы гипоталамуса и гормоны гипофиза (тропные и эффекторные). Механизм обратной связи.

28. Функция щитовидной железы. Кальцитонин. Паращитовидные железы.

Функция щитовидной железы. Тиреоидные гормоны (тироксин и трийодтиронин). Гипотиреоз и гипертиреоз. Влияние тиреоидных гормонов на физическое, психическое, половое и интеллектуальное развитие организма. Кальцитонин и его роль в составе костной ткани и концентрации кальция в плазме крови. Паращитовидные железы, их функция. Взаимодействие паратгормона и кальцитонина.

29. Эндокринная функция поджелудочной железы.

Эндокринная функция поджелудочной железы. Островковый аппарат поджелудочной железы. Инсулин и глюкагон. Сахарный диабет. Типы сахарного диабета. Влияние повышенного содержания глюкозы в крови на функционирование сосудистой системы.

30. Гормоны коры надпочечников. Катехоламины - гормоны мозгового вещества надпочечников. Половые железы.

Гормоны коры надпочечников: кортизол, кортикостерон, альдостерон. Роль глюкокортикоидов в углеводном обмене и минералкортикоидов в поддержании электролитного баланса. Перmissive действие глюкокортикоидов.

Катехоламины - гормоны мозгового вещества надпочечников – адреналин и норадреналин. Связь мозгового вещества надпочечников с вегетативной (симпатической) нервной системой.

Половые железы и роль половых гормонов в формировании первичных и вторичных половых признаков, половом поведении и репродуктивной способности организма. Андрогены, эстрогены и их связь с концентрацией в плазме пролактина. Анаболическая функция андрогенов и эндотелий-протективное действие эстрогенов. Про- и антиатерогенное действие половых гормонов.

31. Предмет и задачи нейрофизиологии.

Некоторые сведения из истории развития представлений о функциях мозга. Античная наука и ее попытки понять место человека в Природе. Идея рефлекса у Р. Декарта. "Рефлексы головного мозга" Развитие физиологии высшей нервной деятельности в России: научная деятельность И. М. Сеченова и И. П. Павлова.

32. Общие принципы строения нервной системы.

Нервные системы беспозвоночных: нервная система типа сети, цепочечная нервная система. Нервная система позвоночных: головной и спинной мозг, спинномозговые и черепномозговые нервы.

33. Эмбриогенез нервной системы.

Эмбриогенез нервной системы. Нервная пластинка, нервная трубка, стадии 3 и 5 мозговых пузырей.

34. Нервная система человека.



Нервная система человека. Некоторые количественные данные о мозге: размеры и масса мозга, количество клеток. Нервные и глиальные клетки. Белое и серое вещество.

35. Защитные механизмы мозга.

Защитные механизмы мозга. Механическая защита мозга: черепная коробка, позвоночный столб. Ликвор. Понятие о гемоянцсфаличсском барьере.

36. Нейрон. Синаптическая передача.

Нейрон. Общие сведения об его структуре и функциях. Составные части нейрона: сома, аксон, дендриты, пресинаптическое окончание. Типы нейронов.

Синаптическая передача. Химические и электрические синапсы. Механизм работы химического синапса. Медиаторы.

37. Потенциал покоя, локальный ответ, ВПСП и ТПСР.

Потенциал покоя, локальный ответ, ВПСП и ТПСР. Потенциал действия. Кинетика ионных токов во время возбуждения.

38. Стимул и порог.

Стимул и порог. Закон «все или ничего». Понятие о реобазе и хронаксии.

39. Распространение потенциала действия.

Распространение потенциала действия. Измерение скорости проведения. Механизм проведения, факторы, определяющие скорость проведения. Аксонный транспорт.

40. Миелинизированные и немиелинизированные нервные волокна.

Миелинизированные и немиелинизированные нервные волокна. Сальтационное проведение в миелинизированных волокнах.

41. Скелетная мышца.

Скелетная мышца. Общее строение скелетной мышцы. Мышечные волокна. Структура саркомера.

42. Нервно-мышечный синапс.

Нервно-мышечный синапс, механизм электромеханического сопряжения. Т-система, саркоплазматический ретикулум.

43. Молекулярные механизмы мышечного сокращения.

Основные сократительные белки – актин и миозин. Теория скользящих нитей. Кальциевая регуляция сокращения поперечно-полосатой мышцы, тропонин и тропомиозин. Другие типы регуляции мышечного сокращения.

44. Феноменология мышечного сокращения на макроуровне.

Феноменология мышечного сокращения на макроуровне. Последовательная упругая компонента. Зависимость силы от длины и силы от скорости. Мышцы с параллельным и перистым ходом волокон.

45. Понятие о двигательной единице.

Понятие о двигательной единице. Быстрые и медленные мышечные волокна. Управление силой мышцы путем повышения частоты работающих ДЕ и рекрутирования новых ДЕ. Принцип размера Хеннемана.

46. Физиология спинного мозга. Серое вещество спинного мозга. Восходящие и нисходящие пути спинного мозга.

Физиология спинного мозга. Серое вещество спинного мозга. Восходящие и нисходящие пути спинного мозга. Общие принципы рефлекторной деятельности спинного мозга. Понятие о рефлекторной дуге. Компоненты рефлекторной дуги. Время реакции. Центральные генераторы паттернов.

47. Рецептивное поле.

Рецептивное поле. Иррадиация возбуждения. Оклюзия, Пространственная и временная суммация. Принцип общего конечного пути (Шеррингтоновская воронка). Кожная чувствительность, быстро адаптирующиеся и медленно адаптирующиеся рецепторы. Суставные рецепторы.

48. Рецепторы мышечных веретен.

Рецепторы мышечных веретен. Роль афферентов мышечных веретен в управлении движениями.

49. Продолговатый мозг.

Продолговатый мозг. Его анатомическое строение и связи. Черепно-мозговые нервы, связанные с продолговатым мозгом.

50. Дыхательный центр и его структура.

Дыхательный центр и его структура. Сосудодвигательные центры. Ретикулярная формация продолговатого мозга.

51. Центральная организация восприятия собственного тела. Схема тела. Средний мозг.

Центральная организация восприятия собственного тела. Схема тела. Средний мозг. Его анатомическое строение и связи. Роль структур среднего мозга в управлении тонусом. Децеребрационная ригидность.

52. Промежуточный мозг.

Промежуточный мозг. Функции таламуса и гипоталамуса. Центральная регуляция: гипоталамус – основной центр регуляции внутренней среды. Вегетативная нервная система: симпатическая и парасимпатическая. Эндокринная система: органы и гормоны. Общий уровень активности, сон, бодрствование.

53. Вестибулярный аппарат.

Вестибулярный аппарат. Слух. Строение среднего и внутреннего уха. Восприятие звука.

54. Зрение. Обоняние и вкус.

Зрение. Оптическая система глаза. Строение сетчатки. Палочки и колбочки. Цветовое зрение. Зрительные пути, переработка зрительной информации в коре.

55. Передний мозг.

Базальные ганглии. Кора больших полушарий. Строение коры, проекционные и ассоциативные зоны. Понятие о соматотопическом предствительстве.

#### 56. Механизмы обучения и памяти.

Биохимические, клеточные, сетевые, структурные. Кратковременная и долговременная память. Процедурная и декларативная память. Сенсорное и двигательное обучение. Роль структур мозга в процессах мышления и сознания. Специализация полушарий: речь, восприятие, мимика, действия, память, эмоции, внимание, мышление. Различия на нейронном и структурно-функциональном уровнях. Роль речи в феномене сознания.

#### 57. Нейробиология и психофизиология сна.

Электроэнцефалограмма, вызванные потенциалы. Биологические ритмы, сон. Нейробиология и психофизиология сна. Гипотезы сна: нейрофизиологическая, нейрогуморальная, иммунная, информационная. Сон как внутреннее торможение. Деафферентационная гипотеза сна. Структуры, ответственные за состояние сна и бодрствования. Препараты мозга. Системы активации в головном мозге млекопитающих.

Нейробиология и психофизиология сна. Структура сна. ЭЭГ-исследования сна: медленноволновая и быстроволновая стадии. Феноменология сна человека. "Вещества сна": мурамил-пептид, цитокины (интерлейкин-1), простагландины. Гипотезы о роли сновидений. Нарушения сна и бодрствования.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Основы биоинженерии**

#### **Цель дисциплины:**

приобретение теоретических и практических знаний в области биоинженерии - науки, возникшей на стыке физико-химической биологии, биофизики, генной инженерии и компьютерных технологий.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области молекулярной биологии клетки, структуры и функций молекул РНК и ДНК, белка, современных методов генетической, белковой и метаболической инженерии, использования биоинженерии в биомедицине;
- приобретение теоретических знаний в области изучения векторных и экспрессионных систем, биосинтеза белка, структуры и функций биополимеров;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области биоинженерии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия и методы биологической инженерии;
- строение и функции основных молекул живой клетки: ДНК, РНК и белков;
- современные проблемы молекулярной медицины, решаемые с использованием современных методов биоинженерии.

##### **уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных процессов в биологических системах;
- пользоваться своими знаниями для решения биоинженерных задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;

- видеть физическое содержание в искусственных генетических системах;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения в биологических экспериментах и правильно оценить степень их достоверности;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования биологического эксперимента;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач биоинженерии;
- навыками теоретического анализа задач биоинженерии, связанных с изучением свойств искусственных генетических систем.

**Темы и разделы курса:**

1. Белковая инженерия. Конструирование рекомбинантных белков.

Конструирование искусственных белков. Искусственные генетические системы.

2. Белковая инженерия. Методы выделения и очистки рекомбинантных белков.

Хроматография. Классификация и принципы хроматографического разделения белков. Другие методы очистки рекомбинантных белков.

3. Белковая инженерия. Системы экспрессии рекомбинантных генов.

Системы экспрессии рекомбинантных генов: грамотрицательные бактерии, дрожжи, культуры клеток животных, насекомых, бесклеточные белоксинтезирующие системы. Технологии получения рекомбинантных белков. Штаммы и векторы. Выбор гетерологичной системы экспрессии. Синтетические и генно-инженерные вакцины. Виды вакцин, основные требования к вакцинам. Методы усиления действия вакцины. Инженерия диагностикумов. Иммуноферментный анализ. Перспективы белковой инженерии.

4. Генетическая инженерия. Векторные системы.

Ферменты рестрикции и модификации нуклеиновых кислот. Полимеразы. Обратные транскриптазы. Другие ферменты, используемые в генетической инженерии.

## 5. Генетическая инженерия. Инструменты генетической инженерии.

Определение генетической инженерии. История развития генетической инженерии.

## 6. Генетическая инженерия. Методы генетической инженерии.

Сайт-направленный мутагенез – методы редактирования последовательностей нуклеиновых кислот. Методы исследования белок-белковых взаимодействий: двугибридная система, трехгибридная система. Фаговый дисплей. Основные этапы получения антител в гетерологических системах. Генетическая инженерия в биотехнологии. Генетически модифицированные организмы. Репортерные гены. Технологии трансгеноза. Технологии «нокаута» генов. Процедуры селекции трансгенов. Гомологичная рекомбинация. Трансгенные животные. Основы генетической терапии. Определение понятия генетическая терапия. История развития генетической терапии. Технологии решения задач генотерапии. Классификация генетической терапии. Протоколы генетической терапии в медицине. Протоколы и фазы клинических испытаний. Генетическая терапия онкологических и наследственных моногенных заболеваний. Генетическая терапия инфекционных заболеваний. Новые подходы к коррекции генных дефектов. Перспективы генетической терапии.

## 7. История развития биоинженерии. Основные тенденции развития современной биоинженерии.

Определение биоинженерии. История развития биоинженерии. Место биоинженерии в современной биологии и медицине.

## 8. Метаболическая инженерия. «Обратная» генетика. Рекомбинационная инженерия.

Основные понятия метаболической инженерии. Теоретические и экспериментальные методы исследования метаболизма. Общая и сайт-специфическая рекомбинация *in vivo*. Методы «обратной генетики».

## 9. Метаболическая инженерия. Метаболомика.

Стадии современного эксперимента по метаболической инженерии. Перспективы метаболической инженерии.

## 10. Основы белковой инженерии

Задачи белковой инженерии. Основные этапы эксперимента в белковой инженерии.

Конструирование искусственных белков. Системы экспрессии рекомбинантных генов: грамотрицательные бактерии, дрожжи, культуры клеток животных, насекомых, бесклеточные белоксинтезирующие системы. Технологии получения рекомбинантных белков. Штаммы и векторы. Выбор гетерологичной системы экспрессии. Синтетические и генно-инженерные вакцины. Виды вакцин, основные требования к вакцинам. Методы усиления действия вакцины. Инженерия диагностикумов. Иммуноферментный анализ. Перспективы белковой инженерии. Задачи белковой инженерии. Основные этапы эксперимента в белковой инженерии.

Конструирование искусственных белков. Системы экспрессии рекомбинантных генов: грамотрицательные бактерии, дрожжи, культуры клеток животных, насекомых, бесклеточные белоксинтезирующие системы. Технологии получения рекомбинантных белков. Штаммы и векторы. Выбор гетерологичной системы экспрессии. Синтетические и генноинженерные вакцины. Виды вакцин, основные требования к вакцинам. Методы

усиления действия вакцины. Инженерия диагностикумов. Иммуноферментный анализ. Перспективы белковой инженерии.

## 11. Основы генетической инженерии

Определение генетической инженерии. История развития генетической инженерии. Инструменты генетической инженерии. Ферменты рестрикции и модификации нуклеиновых кислот. Полимеразы. Обратные транскриптазы. Другие ферменты, используемые в генетической инженерии. Векторы для генетической инженерии. Плазмидные векторы. Векторы на основе фага. Космиды и фазмиды. Искусственные хромосомы. Интегративные и челночные векторы. Конструирование экспрессирующих векторов и их функционирование. Современные методы генетической инженерии. Сайт-направленный мутагенез – методы редактирования последовательностей нуклеиновых кислот. Методы исследования белок-белковых взаимодействий: двугибридная система, трехгибридная система. Фаговый дисплей. Основные этапы получения антител в гетерологических системах. Генетическая инженерия в биотехнологии. Генетически модифицированные организмы. Репортерные гены. Технологии трансгеноза. Технологии «нокаута» генов. Процедуры селекции трансгенов. Гомологичная рекомбинация. Трансгенные животные. Основы генетической терапии. Определение понятия генетическая терапия. История развития генетической терапии. Технологии решения задач генотерапии. Классификация генетической терапии. Протоколы генетической терапии в медицине. Протоколы и фазы клинических испытаний. Генетическая терапия онкологических и наследственных моногенных заболеваний. Генетическая терапия инфекционных заболеваний. Новые подходы к коррекции генных дефектов. Перспективы генетической терапии.

## 12. Основы метаболической инженерии

Основные понятия метаболической инженерии. Теоретические и экспериментальные методы исследования метаболизма. Методы «обратной генетики». Рекомбинационная инженерия. Общая и сайт-специфическая рекомбинация *in vivo*. Стадии современного эксперимента по метаболической инженерии. Перспективы метаболической инженерии.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Основы медицинской химии**

#### **Цель дисциплины:**

дать обучающимся глубокие знания в области медицинской химии, биофизики клетки и разработки новых лекарственных молекул (ЛМ) с привлечением материалов из различных разделов биофизики, молекулярной биологии, биологической и органической химии, хемоинформатики, а также познакомить обучающихся с главными тенденциями в фармацевтической индустрии.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение глубоких знаний в области медицинской химии, биофизики клетки и разработки новых ЛМ
- приобретение знаний в области клеточной биологии, биологической и органической химии, а также хемоинформатики и биофизики клетки
- изучение основных экспериментальных методов биофизики клетки, органической химии, экспериментальной биологии, в частности биологического скрининга, и компьютерного моделирования

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- медицинскую химию и биофизику клетки
- молекулярную биологию, биологическую и органическую химию, хемоинформатику, фундаментальные основы биофизики
- технический профильный английский язык

##### **уметь:**

- находить оптимальные пути применения экспериментальных и теоретических методов и подходов медицинской химии и биофизики для решения профессиональных задач

##### **владеть:**



- культурой постановки актуальных задач в области медицинской химии и биофизики клетки

- навыками решения научных задач с применением различных методов и подходов медицинской химии и биофизики клетки

## Темы и разделы курса:

1. Медицинская химия: основные понятия, цели и задачи.

Медицинская химия: определения и цели. Понятия биологическая и физиологическая активность. Основные фазы конструирования лекарственных препаратов. Соединение-лидер и стратегии его поиска. Понятия: *me - too drug*, *high throughput screening*, *hit compound*, *lead compound*, комбинаторные библиотеки, *building block*, *scaffold*, *de novo* дизайн физиологически активных веществ (ФАВ).

2. Медицинские аспекты биохимии и терапевтические мишени в дизайне ЛМ

- Классификация лекарственных молекул и биологических мишеней. Селективные и мультимодальные ЛМ, *magic shotguns / magic bullets*. Примеры удачного выведения ЛМ на этап клинического испытания и рынок. Новые биологические мишени. - молекулярный механизм действия и строение системы микросомального окисления

- строение и функции биологических мембран (ГЭБ, ЭПМ, ЖКТ), молекулярные механизмы транспорта ЛС

- основные мишени для ЛС, включая семейство GPCR, киназы, протеазы, трансферазы, оксидоредуктазы, изомеразы, лиазы, лигазы, гидролазы, транскрипционные факторы, COX1-3, MMPs, ионные каналы, ЦНС-мишени, ядерные рецепторы, полимеразы, синтазы и т.д. особенности взаимодействия ЛС с терапевтически значимыми мишенями, физиологический ответ

- эпигенетический аппарат и ассоциированные мишени, включая HDACs и MTs, лекарственные молекулы

- терапевтически-значимые внутриклеточные сигнальные пути, способы регуляции с использованием ксенобиотиков

- супрамолекулярные взаимодействия в живых системах, *hot-points*, классификация пространственных взаимодействий между белками

- белок-белковые взаимодействия (PPI) как биологическая мишень, особенности строения, синтез и механизмы действия пептидомиметиков, включая миметики  $\alpha$ -поворотов,  $\alpha$ -спиралей и петель.

- миметики DRE, включая p53/MDM2/MDMX/SMYD2, SH2/SH3 домены, DRD2-4, LFA-1/ICAM, PIF-домены, антагонисты окситоцинового рецептора, RGD белки,  $\beta$ -Catenin/Tcf4, LEDGF/HIV-IN, HPV E1/E2, IFN- $\alpha$ /IFNAR, TNF- $\alpha$  триммер, Vax/bac и др.

- взаимодействие ЛС с биологическими мембранами

### 3. Фармакокинетика и фармакодинамика. ADMET характеристики ЛМ.

- кинетика и фармакокинетика, основные уравнения фармакокинетики
- способы введения ЛМ в организм человека
- ADME/Tox, включая Vd, PPV, CYP450-опосредованный метаболизм, T1/2, P-gr, BBB-permeability, HIA, Cl, Cmax, C0, LD50, CC50, суррогатный ADME и т.д.
- молекулярный механизм действия и строение системы микросомального окисления
- механизмы биотрансформации ЛС, понятие про-лекарство. Биодоступность, абсорбция и выведение ЛМ при различных способах введения. Синергический эффект, растворимость ЛМ
- правила Липински для пероральных ЛФ, модификации
- липофильность ЛС, методы определения, LogP/D, PSA, LogSw
- строение и функции биологических мембран (ГЭБ, ЭПМ, ЖКТ), молекулярные механизмы транспорта ЛС
- особенности строения и функции ГЭБ
- транспорт ЛМ через ГЭБ
- фармакодинамика, биологические мишени, молекулярные механизмы действия ЛС
- классификация ЛС по молекулярному механизму действия
- терапевтически-значимые внутриклеточные сигнальные пути, способы регуляции с использованием ксенобиотиков
- супрамолекулярные взаимодействия в живых системах, hot-points, классификация пространственных взаимодействий между белками
- агонисты, антагонисты, ингибиторы, активаторы (аллостерические, суицидные, обратимые, частичные, переходного состояния и т.д.)
- средства нацеленной доставки (Flytraps, Clips, Tweezers, nanoparticles)
- Общие представления о метаболизме ЛМ, ксенобиотики. Строение и функции печени. Фазы метаболизма, эндогенный синтез метаболитов второй фазы (конъюгатов). Строение, функции и молекулярный механизм действия CYP P450. Изоформы P450. Механизмы реакций, катализируемые CYP P450. Обсуждение путей метаболизма известных ЛВ. Синтетические стратегии оптимизации метаболизма ЛМ.
- медицинско-химические основы токсичности (off target и on target) лекарственных соединений, химическая модификация, оптимизация фармакокинетических свойств. Понятие дозы ЛВ и интервалов введения. Классификация токсических эффектов, шкалы оценки токсичности. Определение основных параметров (LD50, CC50, MTD, TI/TW и т.д.). Механизмы токсичности 1,4- и 1,2-Михаэль, ангидриды кислот, галоген производные, гидроксамовые кислоты (перегруппировка Лоссена), трансформации 2-незамещенных тиофенов и фуранов, 3-алкил замещенные индолиноны, бор- и фосфо-органические соединения, иминохиноны и хиноны, сопряженные активированные диеновые системы, фототоксичность, напряженные циклы, производные гидразинов, про-токсины, алкилаторы (ковалентная модификация белков, цисплатин) и интеркаляторы, хелаторы, тератогены,

металл-органические соединения, основания Шиффа и Манниха, конденсированные ароматические системы. Токсичность терминальных алкинов и нитрилов, оксаланов, гем-токсичность, электрофильные и реакционноспособные группы (нуклеофильное замещение, элиминирование, формирование реакционноспособных радикалов), токсичность метаболитов ЛМ, напряженные циклы (оксираны, тираны, азиридины), основания Шиффа, альдегиды, хиноны и иминоквиноны, нитроароматика и анилины, 3-алкил замещенные индолы, нитренивые и иминивые ионы, тиомочевины, нитрозо-соединения, азиды и сульфасалазины, фторхинолоны, цианаты, изотиоцианаты, тиазолины, перегруппировки ЛМ, мутагены. Ковалентное связывание (суицидное ингибирование).

- ингибиторы HERG и других ионных каналов. Молекулярный механизм действия свободных радикалов, пероксидное окисление мембран.

- тератогенный эффект (ингибиторы VGFR, EGFR, талидомид). Яды (дихлофос, афлатоксин, атропин, фосген, ингибиторы ACE).

- механизмы вывода лекарств и их метаболитов из организма, фазы метаболизма, глутатион, глюкуронизация и другие модификации

#### 4. Количественные параметры экспериментальной активности ЛМ

- количественные характеристики биологической активности. Примеры структур веществ, дающих «положительные» результаты тестирования за счет неспецифических взаимодействий с белками, false-positive compounds (Frequent Hitters, promiscuous compounds).

- основные параметры, характеризующие активность и селективность ЛС (IC50, EC50, ED50, Kib, Kif, Kb и и.д.). Экспериментальная оценка возможного терапевтического эффекта *in vitro*, *in vivo*, *ex vivo*. Уравнение Скотчарда.

- фокусированные и тематические библиотеки органических соединений, методы создания/тестирования, фазы клинических испытаний, животные и клеточные модели, proof-of-concept

#### 5. H2L-оптимизация в создании ЛМ

- понятия хит, лид, лекарственный кандидат.

- изостеризм / биоизостеризм / M2D / дженерики / топологические аналоги

- медицинско-химические приемы снижения токсичности ЛМ и побочного действия. Изостерные и биоизостерные модификации, топологические аналоги.

- стратегии оптимизации лекарственных форм и структуры лекарств с целью увеличения селективности, целевой активности, снижения доз и токсического действия.

- стратегии оптимизации ЛС с целью улучшения их транспорта.

- избранные приемы медицинской химии для оптимизации фармакокинетических свойств, активности и селективности, а также снижения токсичности

- современные стратегии H2L и L2D оптимизации, SAR анализ

## 6. Хемоинформатика и химические базы данных в создании ЛМ

- Представление молекул. Особенности представления в хемоинформатике. Линейные представления: (имена, WLN, SMILES, SLN, SMARTS, InChI). Представления молекулярных графов. Битовые строки (структурные ключи, отпечатки «фингерпринты»), матричное представление, трёхмерные представления. Основные форматы, используемые для чтения и хранения данных о структурах молекул: mol и sdf форматы.
- Химические базы данных. Типы баз. Базы молекул, спектров, белков, кристаллографические, биомолекулы. Поиск по базам данных. Поиск по структуре, подструктуре, по сходству.
- классификация молекулярных дескрипторов, математические основы расчета дескрипторов. Подобие химических структур, метрики сравнения 2D/3D. Особенности расчета и применения молекулярных дескрипторов. Алгоритмы отбора наиболее значимых признаков. Анализ главных компонент, факторный анализ, коэффициент Госсета (Стьюдент) и другие алгоритмы. Корреляционный анализ, регрессионные модели (линейные, функции и полиномы).
- 2D,3D-структурное подобие, методы расчета, метрики
- многообразие скэффолдов, темплейтов и хемотипов
- специализированные базы данных и программные продукты для прогнозирования токсичности.
- правила Липински для пероральных ЛФ, модификации
- принципы отбора химических соединений для нужд биоскрининга
- fragment-based и рандомный скрининг, Bio-MNR
- инструменты хемоинформатики: RDKit, OpenBabel.
- проблема генерации 3D-конформаций
- липофильность ЛС, методы определения, LogP/D, PSA, LogSw

## 7. Избранные классы лекарственных препаратов и их биологические мишени

Фармакокинетика и фармакодинамика. ADMET характеристики ЛМ.

- кинетика и фармакокинетика, основные уравнения фармакокинетики
- способы введения ЛМ в организм человека
- ADME/Tox, включая Vd, PPB, CYP450-опосредованный метаболизм, T1/2, P-gr, BBB-permeability, HIA, Cl, Cmax, C0, LD50, CC50, суррогатный ADME и т.д.
- молекулярный механизм действия и строение системы митохондриального окисления

- механизмы биотрансформации ЛС, понятие про-лекарство. Биодоступность, абсорбция и выведение ЛМ при различных способах введения. Синергический эффект, растворимость ЛМ
- правила Липински для пероральных ЛФ, модификации
- липофильность ЛС, методы определения, LogP/D, PSA, LogSw
- строение и функции биологических мембран (ГЭБ, ЭПМ, ЖКТ), молекулярные механизмы транспорта ЛС
- особенности строения и функции ГЭБ
- транспорт ЛМ через ГЭБ
- фармакодинамика, биологические мишени, молекулярные механизмы действия ЛС
- классификация ЛС по молекулярному механизму действия
- терапевтически-значимые внутриклеточные сигнальные пути, способы регуляции с использованием ксенобиотиков
- супрамолекулярные взаимодействия в живых системах, hot-points, классификация пространственных взаимодействий между белками
- агонисты, антагонисты, ингибиторы, активаторы (аллостерические, суицидные, обратимые, частичные, переходного состояния и т.д.)
- средства нацеленной доставки (Flytraps, Clips, Tweezers, nanoparticles)
- Общие представления о метаболизме ЛМ, ксенобиотики. Строение и функции печени. Фазы метаболизма, эндогенный синтез метаболитов второй фазы (конъюгатов). Строение, функции и молекулярный механизм действия CYP P450. Изоформы P450. Механизмы реакций, катализируемые CYP P450. Обсуждение путей метаболизма известных ЛВ. Синтетические стратегии оптимизации метаболизма ЛМ.
- медицинско-химические основы токсичности (off target и on target) лекарственных соединений, химическая модификация, оптимизация фармакокинетических свойств. Понятие дозы ЛВ и интервалов введения. Классификация токсических эффектов, шкалы оценки токсичности. Определение основных параметров (LD50, CC50, MTD, TI/TW и т.д.). Механизмы токсичности 1,4- и 1,2-Михаэль, ангидриды кислот, галоген производные, гидроксамовые кислоты (перегруппировка Лоссена), трансформации 2-незамещенных тиофенов и фуранов, 3-алкил замещенные индолины, бор- и фосфо-органические соединения, иминоквиноны и хиноны, сопряженные активированные диеновые системы, фототоксичность, напряженные циклы, производные гидразинов, про-токсины, алкилаторы (ковалентная модификация белков, цисплатин) и интеркаляторы, хелаторы, тератогены, метал-органические соединения, основания Шиффа и Манниха, конденсированные ароматические системы. Токсичность терминальных алкинов и нитрилов, оксаланов, гем-токсичность, электрофильные и реакционноспособные группы (нуклеофильное замещение, элиминирование, формирование реакционноспособных радикалов), токсичность метаболитов ЛМ, напряженные циклы (оксираны, тираны, азиридины), основания Шиффа, альдегиды, хиноны и иминоквиноны, нитроароматика и анилины, 3-алкил замещенные индолы, нитренивые и иминивые ионы, тиомочевины, нитрозо-соединения, азиды и сульфасалазины, фторхинолоны, цианаты, изотиоцианаты, тиазолины, перегруппировки ЛМ, мутагены. Ковалентное связывание (суицидное ингибирование).

- ингибиторы HERG и других ионных каналов. Молекулярный механизм действия свободных радикалов, пероксидное окисление мембран.
- тератогенный эффект (ингибиторы VGFR, EGFR, талидомид). Яды (дихлофос, афлатоксин, атропин, фосген, ингибиторы ACE).
- механизмы вывода лекарств и их метаболитов из организма, фазы метаболизма, глутатион, глюкуронизация и другие модификации

#### Количественные параметры экспериментальной активности ЛМ.

- количественные характеристики биологической активности. Примеры структур веществ, дающих «положительные» результаты тестирования за счет неспецифических взаимодействий с белками, false-positive compounds (Frequent Hitters, promiscuous compounds).
- основные параметры, характеризующие активность и селективность ЛС (IC50, EC50, ED50, Kib, Kif, Kb и и.д.). Экспериментальная оценка возможного терапевтического эффекта *in vitro*, *in vivo*, *ex vivo*. Уравнение Скетчарда.
- фокусированные и тематические библиотеки органических соединений, методы создания/тестирования, фазы клинических испытаний, животные и клеточные модели, proof-of-concept.

#### H2L-оптимизация в создании ЛМ.

- понятия хит, лид, лекарственный кандидат.
- изостеризм / биоизостеризм / M2D / дженерики / топологические аналоги
- медицинско-химические приемы снижения токсичности ЛМ и побочного действия. Изостерные и биоизостерные модификации, топологические аналоги.
- стратегии оптимизации лекарственных форм и структуры лекарств с целью увеличения селективности, целевой активности, снижения доз и токсического действия.
- стратегии оптимизации ЛС с целью улучшения их транспорта.
- избранные приемы медицинской химии для оптимизации фармакокинетических свойств, активности и селективности, а также снижения токсичности
- современные стратегии H2L и L2D оптимизации, SAR анализ

#### Хемоинформатика и химические базы данных в создании ЛМ.

- Представление молекул. Особенности представления в хемоинформатике. Линейные представления: (имена, WLN, SMILES, SLN, SMARTS, InChI). Представления молекулярных графов. Битовые строки (структурные ключи, отпечатки «фингерпринты»), матричное представление, трёхмерные представления. Основные форматы, используемые для чтения и хранения данных о структурах молекул: mol и sdf форматы.

- Химические базы данных. Типы баз. Базы молекул, спектров, белков, кристаллографические, биомолекулы. Поиск по базам данных. Поиск по структуре, подструктуре, по сходству.
- классификация молекулярных дескрипторов, математические основы расчета дескрипторов. Подобие химических структур, метрики сравнения 2D/3D. Особенности расчета и применения молекулярных дескрипторов. Алгоритмы отбора наиболее значимых признаков. Анализ главных компонент, факторный анализ, коэффициент Госсета (Стьюдент) и другие алгоритмы. Корреляционный анализ, регрессионные модели (линейные, функции и полиномы).
- 2D,3D-структурное подобие, методы расчета, метрики
- многообразие скэффолдов, темплейтов и хемотипов
- специализированные базы данных и программные продукты для прогнозирования токсичности.
- правила Липински для пероральных ЛФ, модификации
- принципы отбора химических соединений для нужд биоскрининга
- fragment-based и рандомный скрининг, Bio-MNR
- инструменты хемоинформатики: RDKit, OpenBabel.
- проблема генерации 3D-конформаций
- липофильность ЛС, методы определения, LogP/D, PSA, LogSw

Избранные классы лекарственных препаратов и их биологические мишени.

- Классификация ЛС по молекулярному механизму действия
- Ацетилхолиновые рецепторы. Классификация и механизм передачи сигнала. Природные и синтетические агонисты и антагонисты (примеры). Особенности структур и принципы создания лигандов ацетилхолиновых рецепторов (примеры), их возможное терапевтическое применение.
- Синтез серотонина в организме и основная реакция его метаболизма. Серотониновые рецепторы, их классификация и механизм передачи сигнала. Примеры конструирования агонистов и антагонистов серотониновых рецепторов первого, второго и третьего подтипов, их использование в клинической практике (буспирон, суматриптан, ондансетрон и новые лиганды др.)
- Рецепторы глутаминовой кислоты. Классификация, механизм передачи сигнала, сайты связывания лигандов. Ионотропные рецепторы: принципы конструирования агонистов и антагонистов различных подтипов и сайтов (D - AP 5(7), производные кинуреновой кислоты, МК-801, мемантин и др.). Структуры агонистов и антагонистов первой группы метаботропных глутаматных рецепторов (AIDA). Терапевтическое применение лигандов глутаматных рецепторов и проблемы в их создании.
- Синтез дофамина и адреналина в организме. Классификация, механизм действия и лиганды дофаминовых рецепторов (примеры), их терапевтическое применение.

- Классификация адреналиновых рецепторов. Структурные особенности, подходы к конструированию и клиническое применение лигандов, взаимодействующих с различными подтипами адренорецепторов (примеры).
- Гистамин, его функция в организме, классификация его рецепторов. Антагонисты различных подтипов гистаминовых рецепторов, принципы конструирования, клиническое использование (примеры на каждый подтип). Побочные эффекты первого поколения антигистаминовых препаратов и пути преодоления этих эффектов с помощью структурных модификаций.
- Опиатные рецепторы (ОР): классификация, особенности механизма действия, эндогенные лиганды. Морфин и основные соотношения «структура–свойство» для его аналогов. Возможные пути устранения наркотических свойств лигандов опиатных рецепторов. Структуры соединений, селективных к определенным подтипам ОР. Налоксон, его клиническое применение.
- Рецепторы  $\gamma$ -аминомасляной кислоты – классификация и механизм передачи сигнала. Особенности строения и связывания с рецептором лигандов различных подтипов (баклофен и др. примеры).
- Гормональные рецепторы, общий механизм гормональной регуляции. Строение лигандов тиреоидных гормонов и их аналогов. Особенности механизма действия рецепторов стероидных гормонов. Примеры конструирования агонистов и антагонистов эстрогенового и андрогенового рецепторов.
- Рациональные подходы к созданию структур, взаимодействующих с ДНК: примеры интеркаляторов и алкилирующих агентов. Соединения, действующие на РНК: примеры структур и принцип действия.
- Принципы создания антибактериальных препаратов. Структуры и мишени действия сульфамидов, фторхинолонов, нитрофуранов, пенициллинов; модификации с целью оптимизации их физиологической активности. Особенности структуры клавулановой кислоты. Новые мишени действия антибактериальных агентов, примеры структур их лигандов. Антибиотики, действующие на РНК. Препараты антипротозойного действия: антималярийные препараты.
- Дизайн и синтез ингибиторов ферментов эпигенетического аппарата. Вирусы: строение, функции, механизмы действия. Биологические мишени в терапии вирусных заболеваний (нейроминидаза, NS5B, NS5A, RNP, ионные каналы, ГГ, ОТ, топоизомераза, геликаза, СВР и т.д.) Противовирусные лекарственные молекулы: дизайн, синтез, фармакокинетика, токсичность.
- Анальгетики ненаркотического действия: механизм действия и примеры структур (в том числе, полученных в результате современных исследований). Эпибатидин и его аналоги.
- Биологические мишени и принципы создания противораковых препаратов. Структурные аналоги таксола, колхицина, монастрола, ингибиторов теломеразы, фарнезилтрансферазы, клеточных киназ.

## 8. Органический синтез в создании ЛМ

- номенклатура IUPAC, атомы, молекулы, типы связей, электрофилы, нуклеофилы, радикалы, реактивы, реакционная способность



- основные классы органических соединений (кислоты, ароматические соединения, гетероароматические соединения, примеры ЛС и т.д.)
- понятия кислотности, основности и растворимости, рКа
- основные реакции органического синтеза ([4+2] и [2+2] циклоприсоединение, реакция Виттига, синтез Штреккера, реакции Гриньяра, реакция Фриделя-Крафтса и т.д.), альдольно-кетоновая конденсация, химия органических кислот и нитрилов, реакции Соногаширы, Хека, Митсунобу. [2+3]-диполярное присоединение, озонлиз, алкилирование, ацилирование, защитные группы и про-лекарства. Клик-реакции.
- основные реакции органического синтеза (карбонильные соединения, кислоты, эфиры, спирты, ароматические соединения, амины, нитрилы и т.д.)
- Варианты синтеза пептидной связи (CDI, DCC, ангидриды кислот и т.д.).
- избранные методы синтеза и свойства гетероциклов: пиррол, фуран, тиофен, пиридин, пиримидин, хинолин, индол, оксазол, тиазол, имидазол, триазол, тетразол.
- мультикомпонентные реакции (Уги, Пассерини, и т.д.)
- комбинаторный синтез библиотек органических соединений для биоскрининга
- основы спектрального анализа органических соединений методами ЯМР-спектроскопии, МСВР, ВЭЖХ, РСА, установление структуры химического соединения и чистоты, разделения оптических изомеров
- Дженирики. Основные подходы и принципы ретросинтетического анализа и комбинаторной химии.
- Методы синтеза Itraconazole (VEGFR-2 ингибитор), Imatinib (Bcr-Abl ингибитор), Gefitinib (EGFR ингибитор), Pazopanib (VEGFR-2/3 ингибитор), PI3K ингибиторы, PAI и MMP ингибиторы, Nafamostat (ингибитор триптазы), Argatroban (ингибитор тромбина), Saquinavir (ингибитор ВИЧ протеазы), Aliskiren (ингибитор реина), Sitagliptin (ингибитор дипептидилпептидазы IV) и др.
- Методы синтеза Tolbutamide (блокатор АТФ-зависимых К-каналов), Felodipine (блокатор Са-каналов), Etodolac (TRPV1 агонист), Pilsicainide (блокатор Na-каналов), Flecainide (блокатор Nav1.5), Tolazamide (блокатор АТФ-зависимых К-каналов) и др.
- Методы синтеза AV001 (ингибитор андрогеновых рецепторов), AV002 (ингибитор нейраминидазы), AV003 (ингибитор NS5A), IM001 (ингибитор p53/MDM2 ББВ), IK001 (COX1/2 ингибитор), DMHQ (NfkB ингибитор), Viagra (PDE5 ингибитор), ингибиторы аргиназы и HSP90/70 и др
- Методы синтеза Spiroperidol (D2 антагонист), Мепурамин (H1 антагонист), Esmolol (антагонист  $\beta$ 1-AP), Gepirone (5-HT1A агонист), Etizolam (PAFR антагонист), GLP-1R агонистов/антагонистов, аспирин, арбидол, ацетаминофен, парацетамол, ибупрофен, атенолол, героин, морфин и 2СВ,  $\beta$ -карболинов (димебона), пенициллинов папаверина, фентанила и др.

## 9. Компьютерный дизайн ЛМ

- история и основные понятия виртуального скрининга, хемо- и биоинформатики. История развития QSAR/QSPR/SAR анализа.
- методы *in silico* дизайна новых ЛС, виртуальный скрининг (цель, методы, классификация, определения, термины), CADD. Современные подходы к дизайну новых фокусированных и тематических библиотек малых молекул. Примеры компьютерных моделей для прогнозирования активности и свойств ЛМ. Понятие хит-рейт, лид, лекарственный кандидат. стратегия H2L оптимизации. Современные методы ВС.
- TBD и LBD подходы
- методы компьютерного моделирования для оценки ФАВ и их свойств. Методология *in silico* моделирования ФАВ. Специализированные базы данных (структура, свойства, активность, токсичность, ADME свойства, литературные ссылки).
- алгоритмы компьютерного моделирования, регрессионные и классификационные, математический аппарат.
- история развития трехмерных методов виртуального скрининга. Методы генерации трехмерных конформаций ЛМ и белков (фрагментные библиотеки, молекулярная динамика, методы квантовой механики). Особенности и проблемы генерации трехмерных конформаций.
- математические особенности методов молекулярной механики, молекулярной динамики и квантовых подходов, силовые поля, модели. Процедура минимизации потенциальной энергии.
- 3D фармакофорное моделирование, в том числе суррогатные фармакофоры
- метод опорных векторов Вапника (SVM)
- 3D молекулярный докинг (статический, динамический, срезы воды)
- методы молекулярной механики и динамики
- гомологичные модели, напряженность структуры, trace-folding, отжиг, оценка спрогнозированной трехмерной структуры белка. Специализированные компьютерные программы.
- методы математической статистики (коэффициент Стьюдента, корреляционный и регрессионный анализ)
- аппроксимации
- алгоритмы ветвления (Trees), рекурсивное разбиение, потоковые графы
- биологические основы искусственных нейронных сетей (ИНС). Модели искусственного нейрона. Устройство и особенности функционирования ЦНС. История развития алгоритмов ИНС (Розенблат, МакКаллок и Питс, Видроу-Хофф, Хебб). Входной вектор, сумматор, функция активации, весовые коэффициенты, пороговый элемент, типы функций активации и т.д. Архитектура ИНС и типы обучения (с учителем и без). Математические особенности функционирования ИНС. Модификации алгоритмов.
- примеры применения ИНС для анализа и прогнозирования активности и свойств ЛМ. Специализированные компьютерные программы. Генетический алгоритм. Анализ

чувствительности. Кросс-валидация, независимое тестирование, обучение, локальный минимум, обратное распространение ошибки, прямоточные и петлевые сети.

- алгоритмы снижения размерности многопараметрического пространства признаков. Методы нелинейного картирования (карты Кохонена, Сэммона, SPE, MDS, FastMaps, IsoMap, GNA), снижение размерности, модификации методов

- активационные функции, радиус и скорость обучения, параметры решетки, оценка ошибки аппроксимации, инерации, весовые коэффициенты, метрики определения нейрона победителя, WTA/WTM. Гибридные ИНС (слой Гросберга). Математические приемы улучшения эффективности работы алгоритмов картирования, переобучение, локальный минимум. SVM (метод опорных векторов Вапника)

- PCA, LDA, LLTSA, LPP, линейный SVM и факторный анализ, kernel- и RB-функции, CCA, GDA, MVU, LLC, LTSA и т.д.

- скоринг и скоринговые функции

- методы кластеризации химического пространства

- хомогенные подходы, проблемы хомогеномики

- оптимизационный скрининг H2L и L2D, изостерный и биоизостерный морфинг

- классификация и особенности молекулярных дескрипторов, методы расчета и анализа, математический аппарат

- компьютерные программы для виртуального скрининга, основные принципы работы

- методы QSAR, 3D QSAR и QSPR анализа: CoMFA, CoMSIA, RMSD, GRID, HQSAR, HINT, метод Монте Карло и т.д.

- медицинско-химические базы данных и доступные ресурсы (Thomson Reuters Integrity, SciFinder, MetaDrug, Spresi, PDB bank, PubMed и др.)

- хранение и менеджмент химических баз данных, специализированные программные продукты

- примеры применения QSAR/QSPR анализа. Обзор компьютерных программ для осуществления QSAR/QSPR анализа, особенности их функционирования.

10. Современный рынок ЛМ: экономические и юридические аспекты, структура, тренды, вызовы и перспективы

- структура современного рынка фарминдустрии. Big Pharma. FDA – главный регулятор мировой фарминдустрии. Региональные регуляторы. Fast Track. Блокбастеры. Примеры успешных и неудачных запусков препаратов на рынок.

- современные подходы к созданию новых физиологически активных малых молекул

- современное состояние фармакологии, тенденции в развитии. Падение R&D продуктивности в Big Pharma. Переход от парадигмы ВПС к de novo дизайну. Перспективы использования ИИ в рациональном дизайне ЛМ.

- актуальные вопросы медицинской химии, включая sp<sup>3</sup>- и «Beyond Flatland»-концепции, MCE-18, спиро-соединения, targeted diversity и т.д.
- синтетические подходы к созданию новых ЛС, интеллектуальная собственность, особенности патентования новых ЛС, NME.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Основы общей и неорганической химии**

#### **Цель дисциплины:**

- теоретическое и практическое освоение основных разделов общей и неорганической химии с учетом современных тенденций развития химической науки. Это позволит:
- понять логику и возможности химии, особенности химического подхода к изучению окружающего мира;
- понимать и использовать язык химических формул и уравнений;
- предсказывать структуру и свойства веществ, их способность взаимодействовать с другими веществами;
- понять движущие силы химических реакций, особенности их протекания и способы управления ими.

#### **Задачи дисциплины:**

- создание у обучающихся современных представлений о строении вещества, о связи строения и свойств веществ с характером химической связи и с положением составляющих их элементов в Периодической системе;
- знакомство с принципами, определяющими свойства химических реакций;
- знакомство с кинетическим и термодинамическим подходами к описанию химических процессов с целью оптимизации условий их практической реализации;
- описание важнейших свойств неорганических соединений и закономерностей их изменения в зависимости от положения составляющих их элементов в Периодической системе.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия химии: вещество, химический элемент, атом, молекула, относительные атомная и молекулярная массы, ион, аллотропия, изотопы, химическая связь, электроотрицательность, валентность, степень окисления, моль, молярная масса, молярный объем, растворы, электролит и неэлектролит, электролитическая диссоциация, кислота, основание, окисление и восстановление, тепловой эффект реакции, скорость химической реакции, катализ, химическое равновесие;

- основные законы химии: закон сохранения массы и энергии, кратных отношений, постоянства состава, объемных отношений; кинетический и термодинамический закон действующих масс;
- общие сведения о химическом элементе (название, химический символ, относительная атомная масса);
- положение химического элемента в Периодической системе (порядковый номер, период, группа, подгруппа);
- строение атома элемента (заряд ядра; число протонов и нейтронов в ядре; число электронов);
- электронная конфигурация, распределение электронов по энергетическим уровням, подуровням и атомным орбиталям;
- свойства простого вещества, образуемого данным элементом (металл, неметалл, агрегатное состояние при обычных условиях, тип химической связи в веществе);
- высший оксид и соответствующий ему гидроксид (формулы, валентность и степень окисления элемента в соединении), их кислотно-основные свойства;
- водородное соединение (формула, валентность и степень окисления элемента в соединении); другие соединения элемента (формулы, катионная или анионная форма).

**уметь:**

- называть неорганические вещества по «тривиальной» или международной номенклатуре;
- определять: валентность и степень окисления химических элементов, тип химической связи в соединениях, заряд иона, характер среды в водных растворах неорганических соединений, окислительные и восстановительные свойства соединения;
- составлять структурные формулы молекул и предсказывать их геометрию;
- характеризовать: элементы в периодах и группах по их положению в Периодической системе Д.И. Менделеева; общие химические свойства металлов, неметаллов, основных классов неорганических соединений;
- объяснять: зависимость свойств веществ от их состава и строения; природу химической связи (ионной, ковалентной, металлической), зависимость скорости химической реакции и положения химического равновесия от различных факторов;
- составлять уравнения и схемы химических реакций и проводить по ним стехиометрические расчеты;
- выполнять химический эксперимент по распознаванию важнейших неорганических веществ и получению простейших веществ;
- проводить самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (научных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Internet).

**владеть:**

- методами определения возможности протекания химических превращений в различных условиях и оценки их последствий;
- теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе положения составляющих их элементов в Периодической системе химических элементов;
- способами безопасного обращения с горючими и токсичными веществами;
- основными навыками работы с лабораторным оборудованием;
- методами приготовления растворов заданной концентрации.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Предмет и задачи химии, основные понятия и законы химии.

Химия как одна из естественных наук. Взаимосвязь химии, физики и биологии. Особенности химии как науки. Структура и язык химии. Вещество. Классификация химических веществ. Химические элементы. Атом, атомный номер, относительная атомная масса, изотопы. Распространённость химических элементов в природе. Периодическая система химических элементов. Структура таблицы Д.И.Менделеева, группы, периоды и блоки. Металлы и неметаллы. Химические соединения и их характеристики: строение, состав, свойство. Простые и сложные соединения. Стехиометрические соотношения, эмпирическая и молекулярная формула соединения. Валентность элементов. Нестехиометрические соединения. Аллотропные и полиморфные модификации. Основные классы неорганических соединений: оксиды, кислоты, основания, соли, бинарные соединения. Превращения химических соединений. Уравнения реакций. Стехиометрические расчёты по уравнениям реакций. Химическая переменная. Формальная запись и механизм реакции. Энергетическая кривая химической реакции. Элементарный акт химической реакции.

#### 2. Строение атома и периодический закон.

Водородоподобные атомы и ионы. Электронные уровни энергии, волновые функции, пространственное распределение электронной плотности, радиальная и угловая зависимость волновых функций. Квантовые числа электрона. Многоэлектронные атомы. Одноэлектронное приближение. Эффективные заряды. Водородоподобные орбитали. Принципы заполнения орбиталей. Диаграмма энергетических уровней атома. Периодические свойства элементов: атомные и ионные радиусы, энергия ионизации и сродство к электрону, электроотрицательность по Малликену

#### 3. Химическая связь. Типы химической связи.

Образование химической связи между атомами. Ковалентная связь. Валентность. Правило октета. Структуры Льюиса. Резонансные структуры. Формальный заряд и степень окисления элемента в соединении. Характеристики химической связи – порядок связи, длина, энергия, полярность. Геометрия молекул. Модель отталкивания электронных пар валентных орбиталей и ее ограничения. Теория гибридизации и направленность связей. Электронные состояния молекулы. Метод молекулярных орбиталей. Электронная конфигурация молекулы. Метод МО в приближении ЛКАО. Корреляционные диаграммы, связывающие, несвязывающие и разрыхляющие орбитали, порядок связи. Электронное строение двухатомных молекул. Понятие о построении МО гетероядерных двухатомных

молекул. Межмолекулярные взаимодействия. Водородная связь, ее природа, свойства и роль в жидкостях, молекулярных кристаллах и макромолекулах. Ван-дер-ваальсова связь, различные виды диполь-дипольных взаимодействий.

#### 4. Основы химической термодинамики и кинетики, равновесие.

Классификация химических реакций. Стехиометрическое описание химической реакции. Энергетическая кривая элементарной химической реакции. Прямая и обратная реакции. Первый закон термодинамики и его применение к химическим реакциям. Энтальпия. Теплота химических реакций при постоянном объеме и при постоянном давлении. Термохимические уравнения реакций. Закон Гесса. Энтальпии образования, сгорания, растворения. Термохимические циклы. Энтропия. Второй закон в применении к химическим процессам. Энергия Гиббса, энтальпийный и энтропийный факторы. Обратимые реакции. Химическое равновесие – определение и общие свойства. Константа равновесия и ее связь с термодинамическими функциями. Принцип Ле Шателье. Термодинамические справочные данные об индивидуальных веществах и химических реакциях.

Характерные времена химических реакций. Энергетический барьер химической реакции. Способы активации реагентов. Понятие о механизме химической реакции. Скорость химической реакции и ее зависимость от различных факторов. Закон действующих масс. Константа скорости. Уравнение Аррениуса. Лимитирующая стадия сложной реакции. Катализ, его роль в химии. Основные механизмы катализа. Общие свойства катализаторов.

#### 5. Растворы. Способы выражения концентрации, коллигативные свойства растворов.

Растворы, их классификация. Способы выражения состава раствора – мольная и массовая доли, молярная концентрация. Полярные и неполярные растворители. Растворимость и ее зависимость от температуры и давления. Отличие свойств растворов от свойств индивидуальных веществ. Коллигативные свойства растворов электролитов и неэлектролитов. Осмотическое давление. Закон Рауля. Изотонический коэффициент. Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов с позиций коллигативных свойств.

#### 6. Растворы, электролитическая диссоциация.

Электролитическая диссоциация, электролиты и неэлектролиты. Сильные слабые электролиты. Степень диссоциации, константа диссоциации. Диссоциация кислот, оснований и солей. Взаимодействие между ионами в растворе, ионные уравнения реакций. Связывание ионов, направление реакций ионного обмена.

#### 7. Кислотно-основные равновесия в растворах.

Кислоты и основания по Аррениусу. Сильные и слабые кислоты и основания. Константы кислотности и основности. Ступенчатая диссоциация на примере фосфорной кислоты. Кислотность по Бренстеду, сопряженные кислоты и основания. Вода как кислота и основание. Автоионизация воды, ион гидроксония. рН растворов. Расчет рН растворов слабых кислот и оснований. Гидролиз солей. Буферные растворы. Кислоты и основания по Льюису. Произведение растворимости.

#### 8. Окислительно-восстановительные реакции.



Понятия окисления и восстановления. Типичные восстановители и окислители. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций: методы электронного и электронно-ионного баланса. Окислительно-восстановительные потенциалы. Сопряженные окислители и восстановители. Уравнение Нернста. Диаграммы Латимера. Связь ЭДС с термодинамическими свойствами. Химические источники тока, их классификация. Электролиз растворов и расплавов.

#### 9. Химия водорода и галогенов.

Положение водорода и галогенов в Периодической системе. Типичные свойства и степени окисления галогенов. Особенность водорода. Изотопы водорода; получение и свойства. Ион гидроксония. Гидриды. Промышленные и лабораторные способы получения водорода и галогенов. Химические и физические свойства галогенов. Галогеноводороды. Взаимодействие галогенов с водой. Кислородные соединения галогенов. Получение и химические свойства кислородосодержащих соединений галогенов.

#### 10. Химия халькогенов.

Общая характеристика элементов 16 группы Периодической системы элементов. Отличительные свойства кислорода и озон. Химические свойства простых веществ. Халькогениды – получение и химические свойства. Водородные соединения халькогенов. Оксиды и кислородные кислоты серы и селена. Получение и химические свойства кислородосодержащих соединений серы, селена и теллура.

#### 11. Химия пниктогенов и неметаллов 13 и 14 групп Периодической системы элементов.

Общая характеристика элементов 15 группы Периодической системы элементов. Типичные степени окисления соединений азота, фосфора, мышьяка и сурьмы. Водородные соединения пниктогенов – способы получения и химические свойства. Соли аммония. Оксиды 15 группы Периодической системы элементов. Получение и химические свойства кислородных кислот азота и фосфора, мышьяка и сурьмы. Углерод, кремний и бор. Особенности строения, физических и химических свойств. Оксиды углерода, угольная кислота и карбонаты. Оксиды кремния и бора, силикаты, бораты.

#### 12. Химия щелочных щелочноземельных металлов и металлов главных подгрупп.

Положение металлов в Периодической системе элементов. Общие физические и химические свойства металлов главных подгрупп. Получение и химические свойства щелочных и щелочноземельных металлов. Щелочи – химические свойства. Основные свойства р-металлов. Особенности химии алюминия: взаимодействие с водой, щелочами и кислотами, восстановительные свойства. Химические свойства олова и свинца.

#### 13. Химия комплексных соединений.

Понятие комплексного соединения. Координационная теория Вернера. Типы центральных атомов и лигандов. Геометрическое строение, координационные числа и изомерия комплексов. Теория кристаллического поля. Спектры, окраска и магнитные свойства комплексов. Устойчивость комплексов в растворах. Условия образования и разрушения комплексных соединений. Константа нестойности комплексных соединений. Типичные комплексные соединения хрома, железа и кобальта.

#### 14. Химия переходных металлов.

Положение d-металлов в Периодической системе. Электронная конфигурация переходных металлов. Три ряда переходных металлов. Особенности металлов первого переходного ряда. Основные химические свойства: взаимодействие с галогенами, кислородом, растворение в кислотах. Переходные металлы второго и третьего рядов. Типичные степени окисления и химические свойства. Особенности химии молибдена: изменение окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств при изменении степени окисления. Химия f-элементов. Лантаниды и актиниды. Основные свойства и степени окисления.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Основы органической химии**

#### **Цель дисциплины:**

Курс органической химии предназначен для формирования у студентов, обучающихся по направлению «Прикладные математика и физика» представления об основных понятиях и законах химии, химических реакциях и свойствах органических веществ. Курс представляет собой основы химической грамотности, показывает место химии в современном естествознании, особенности химического подхода к изучению окружающего мира, дает представление о методологии и подходах химии к изучению химических свойств вещества, дает понять, что химия, будучи тесно связанной с физикой и биологией, является самостоятельной наукой.

Особенность данного курса состоит в том, что он преподается во втором семестре и основывается только на тех знаниях, которые учащиеся получили при прохождении в первом семестре курса общей и неорганической химии. Курс состоит из лекций, семинаров и лабораторных работ. Это дает возможность полноценного освоения учебной программы и активного использования полученных знаний для освоения при дальнейшем обучении таких дисциплин как химическая физика, биохимия и биофизика.

Теоретическое и практическое освоения основных разделов органической химии с учетом современных тенденций развития химической науки, что необходимо для более глубокого понимания возможности химического подхода к изучению окружающего мира, общих закономерностей строения вещества и его превращений в природе.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с внутренней логикой органической химии как науки; формирование представлений о механизмах органических реакций;
- изучение основных классов органических соединений; формирование представлений о связи реакционной способности органических молекул с их строением;
- изучение закономерностей взаимодействия различных органических веществ с объектами окружающей среды, их физиологического и фармакологического действия, биологической роли, применения в практической деятельности человека; формирование представлений об экологических проблемах, связанных с использованием органических веществ.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- основные понятия органической химии;
- основные свойства важнейших классов органических соединений и их применение;
- основные механизмы органических реакций;
- основные методы химической и спектральной идентификации органических веществ;
- основные приемы работы в лаборатории органической химии.

**уметь:**

- изображать строение типичных представителей классов органических соединений по названию и называть их по структурным формулам на основе знания принципов номенклатуры и изомерии;
- выделять в молекуле реакционные центры, прогнозировать поведение органического соединения в конкретных условиях, исходя из его структуры и знания типичной реакционной способности функциональных групп;
- проводить простой химический эксперимент по синтезу, выделению, очистке и химической идентификации вещества;
- оформлять отчеты лабораторных работ.

**владеть:**

- методами определения возможности протекания химических превращений основных классов органических соединений в различных условиях;
- способами безопасного обращения с горючими и токсичными веществами и лабораторным оборудованием;
- методами приготовления растворов заданной концентрации.

**Темы и разделы курса:**

1. Общие представления о строении и реакционной способности органических соединений.

Предмет и задачи органической химии. Углерод и органические вещества в природе. Краткий экскурс в строение электронных оболочек атома, на примере атома углерода. Типы химической связи и способы их графического представления. Концепция гибридизации. Способы изображения молекул органических соединений (структурные формулы, сокращенные структурные формулы, формулы Льюиса, резонансные структуры). Соотнесение графической модели с реальной структурой («черточки и стрелки»). Понятие функциональной группы, связь с химическими свойствами, основные классы органических соединений (связь с функциональными группами, основные функциональные группы). Взаимопревращения соединений с разными функциональными группами. Принципы построения названий органических соединений, систематические и тривиальные. Гомология. Изомерия (скелетная, положения). Пространственная изомерия. Конфигурация, отличие от конформации. Асимметрический атом углерода, оптическая активность.

Энантиомеры и диастереомеры. Рацематы. Хиральность. Различные типы хиральности. Принцип R, S-номенклатуры. Соединения с двумя асимметрическими атомами углерода. Построение проекций Фишера.

## 2. Предельные углеводороды. Гомология. Изомеры, виды изомерии

Предельные углеводороды – алканы. Строение понятие о конформациях и конформерах алканов. Заслоненная, заторможенная, скошенная конформации. Проекционные формулы Ньюмена. Конформации этана, бутана, их энергетические диаграммы. Химические свойства алканов: галогенирование (хлорирование, бромирование) с образованием галогеналканов. Энергетика цепных свободнорадикальных реакций галогенирования. Нитрование. Относительная стабильность различных алкильных радикалов. Термический крекинг алканов.

Классификация механизмов химических реакций в органической химии. Понятия нуклеофил, электрофил. Классификация химических реакций по результату: присоединение, отщепление, замещение, перегруппировка, классификация по характеру реагента и типу разрыва связи: гетеролитические (нуклеофильные, электрофильные), гомолитические: (радикальные), молекулярные. Энергетический профиль реакции.

## 3. Непредельные углеводороды (Алкены и алкины). Геометрическая изомерия (понятия цис-, транс- и Z-, E- номенклатуры)

Природа двойной связи в алкенах. Геометрическая изомерия - определения и понятия цис-, транс- и Z-, E- номенклатуры.

Каталитическое гидрирование алкенов. Термодинамическая стабильность алкенов на основе теплот гидрирования.

Электрофильное присоединение по двойной связи(AdE). Механизм реакций,  $\pi$ - и  $\sigma$ -комплексы, энергетический профиль реакции, бромониевые ионы. Правило Марковникова. Галогенирование, гидрогалогенирование. Гидратация. Сопряженное присоединение. Окисление алкенов до оксиранов и диолов. Озонолиз алкенов, окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Радикальные реакции алкенов: присоединение HBr по Харащу. Карбены. Реакции присоединения карбенов к алкенам.

Электронное строение тройной связи в алкинах. Электрофильное присоединение к алкинам. Реакционная способность алкинов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (Кучеров). Восстановление алкинов до цис- и транс-алкенов. C—H кислотность ацетилена. Ацетилениды натрия, магния и меди, их получение и использование в органическом синтезе.

## 4. Функциональные производные с простой связью C-Hal.

Галогеналканы, алкенилгалогениды и арилгалогениды важнейшие примеры. Особенности электронного строения связи C-Hal. Индуктивный эффект. (Графические представления переноса электронной плотности). Общие методы получения галогеналканов, -алкенов, -алкинов.

Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода. Понятие о нуклеофильности, нуклеофилы. Классификация механизмов реакций нуклеофильного замещения. Основные

характеристики SN1 и SN2 реакций. Реакции SN2-типа. Энергетический профиль реакций. Кинетика, стереохимия, Вальденовское обращение. Влияние природы заместителя и уходящей группы, природы нуклеофильного агента и растворителя на скорость SN2 реакций. Реакции SN1-типа, зависимость от природы радикала, уходящей группы, растворителя. Карбокатионы, их устойчивость. Реакции элиминирования,  $\alpha$ - и  $\beta$ -элиминирование. Классификация механизмов элиминирования: E1, E2. Правило Зайцева. Син- и анти- элиминирование. Влияние природы основания и уходящей группы на направление элиминирования. Конкуренция процессов E2 и SN2, E1 и SN1. Галогенпроизводные алкенов.

5. Функциональные производные более чем с одной кратной связью. Алкадиены. Мезомерный эффект

1,2-, 1,3- диены. Бутадиен-1,3, особенности строения, сопряжение двойных связей. Галогенирование и гидрогалогенирование 1,3-диенов. 1,2- и 1,4- присоединение.

Диеновый синтез как пример перициклической реакции. Реакция Дильса-Альдера. Влияние структуры диена и диенофила на регио- и стерео-селективность процесса. Использование диенового синтеза в синтетических целях. Термические и фотохимические реакции замыкания и раскрытия циклов в диенах и полиенах.

6. Циклоалканы. Энергия напряжения. Конформации циклогексана

Классификация алициклов. Энергия напряжения. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформации циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи в конформации "кресло" циклогексана. Конформации моно- и дизамещенных производных циклогексана и барьеры конформационных переходов. Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом.

7. Ароматические углеводороды. Ароматичность. Реакции замещения в ароматическом ряду.

Строение бензола. Формула Кекуле. Молекулярные орбитали бензола. Круг Фроста. Концепция ароматичности, энергия резонанса. Правило Хюккеля. Ароматические катионы и анионы. Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, фенантрен, антрацен, азулен и др. Гетероциклические ароматические соединения.

Реакции замещения в ароматическом ряду. Электрофильное замещение Классификация реакций ароматического электрофильного замещения. Представления о механизме реакций,  $\pi$ - и  $\sigma$ -комплексах. Резонансные структуры. Энергетический профиль реакции. Арениевые ионы в реакциях электрофильного замещения. Влияние заместителя на скорость и направление электрофильного замещения, связь с распределением электронной плотности. Ориентанты первого и второго рода. Нитрование бензола, механизм реакции. Получение полинитросоединений. Галогенирование, механизм реакции галогенирования аренов, катализ кислотами Льюиса. Сульфирование, механизм реакции, кинетический и термодинамический контроль в реакции сульфирования на примере нафталина. Понятие об ипсо-атаке и ипсо-замещении. Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу, полиалкилирование, побочные процессы - изомеризация алкилирующего агента и

конечных продуктов. Ацилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Ацилирующие агенты. Механизм реакции. региоселективность ацилирования. Формилирование по Гаттерману-Коху и родственные реакции.

Нуклеофильное ароматическое замещение. Общие представления о механизме нуклеофильного замещения. Механизм отщепления-присоединения на примере превращения галогенбензолов в фенолы и ароматические амины. Механизм присоединения-отщепления. Комплекс Мейзенгеймера.

Реакции с разрушением ароматической системы. Каталитическое гидрирование аренов, восстановление аренов по Берчу.

Реакции не затрагивающие ароматическую систему. Окисление алкилбензолов до карбоновых кислот, альдегидов и кетонов. Окисление конденсированных ароматических углеводородов. Замещение водорода в боковой цепи алкилбензолов на галоген. Бензильный радикал. Аллильный радикал. Аллильное галогенирование.  $\pi$ -Орбитали аллильной системы.

## 8. Методы анализа органических соединений.

Представления о физико-химических методах анализа органических соединений. Электронные спектры поглощения органических соединений в УФ области. Основное и электронно-возбужденные состояния молекул. Разрешенные и запрещенные переходы. Хромофоры и ауксохромы. Связь положения максимумов поглощения и интенсивностей со строением органических соединений.

Основы метода ИК-спектроскопии - колебательная спектроскопия в ИК-области. Происхождение колебательных спектров. Правила отбора в ИК-спектроскопии. Интенсивность сигналов поглощения. Характеристические частоты функциональных групп в органических молекулах. Обнаружение соединений с различными функциональными группами и структурный анализ органических соединений с помощью ИК-спектроскопии.

Представления о методе ЯМР-спектроскопии, основы метода и области применения, применение для анализа органических соединений. Общие принципы устройства современных импульсных спектрометров ЯМР. Условия наблюдения спектров ЯМР высокого разрешения в жидкостях и газах и правила подготовки образцов для измерений. Химические сдвиги и константы спин-спинового взаимодействия в спектрах  $^1\text{H}$ -ЯМР и  $^{13}\text{C}$ -ЯМР органических соединений. Связь этих параметров со строением молекул. Определение структуры органических соединений методом ЯМР.

## 9. Соединения со связью углерод-металл (Металлоорганические соединения)

Литий- и магнийорганические соединения, электронное строение связи углерод-металл. Получение взаимодействием металла с алкилгалогенидами, переметаллирование. Строение реактивов Гриньяра в растворе. Равновесие Шленка. Реакции с углеводородами (C-H кислотами). Использование литий- и магнийорганические соединения в синтезе углеводородов, спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот. Диалкилкупраты, их синтетическое использование.

## 10. Функциональные производные с простой связью С-О. Спирты и простые эфиры

Одноатомные спирты, тиолы. Свойства спиртов, водородная связь. Замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора, хлористого тионила). Дегидратация спиртов. Окисление первичных спиртов до альдегидов и карбоновых кислот, вторичных спиртов до кетонов. Реагенты окисления на основе хромового ангидрида и двуокиси марганца. Двухатомные спирты. Этиленгликоль и глицерин. Пинаколиновая перегруппировка. Простые эфиры. Свойства простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление кислотами, образование гидропероксидов. Оксираны. Раскрытие оксиранового цикла под действием электрофильных и нуклеофильных агентов. Циклические простые эфиры, краун-эфиры. Фенолы. Фенолы как ОН-кислоты, влияние заместителей на кислотность фенолов. Кумольный процесс. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре фенолов: галогенирование (механизм), сульфирование, нитрование, нитрозирование и алкилирование. Карбоксилирование фенолятов щелочных металлов по Кольбе. Формилирование фенолов по Реймеру-Тиману, и Вильсмайеру. Перегруппировка Фриса. Перегруппировка аллиловых эфиров фенолов (Кляйзен). Окисление фенолов. Понятие об ароксильных радикалах.

## 11. Функциональные производные с одной кратной связью С=О. Альдегиды и кетоны.

Электронное строение карбонильной группы, ее полярность и поляризуемость. Важнейшие альдегиды и кетоны. Формальдегид, ацетальдегид, ацетон, ароматические альдегиды и кетоны. Представления о механизме нуклеофильного присоединения по карбонильной группе. Кислотный и основной катализ. Присоединение воды, спиртов, тиолов. Ацетали и полуацетали, диоксоланы. Получение бисульфитных производных и циангидринов. Взаимодействие альдегидов и кетонов с илидами фосфора (Виттиг). Взаимодействие альдегидов и кетонов с азотистыми основаниями. Оксимы, гидразоны, фенилгидразоны. Основания Шиффа, уротропин. Перегруппировка Бекмана. Реакции альдегидов и кетонов с металлоорганическими соединениями. Кето-енольная таутомерия. Енолизация альдегидов и кетонов в реакциях галогенирования. Влияние структурных факторов и природы растворителя на положение кето-енольного равновесия и зависимость его от соотношения СН- и ОН-кислотности кетона и енола. Двойственная реакционная способность енолят-ионов. Альдольно-кетоновая конденсация альдегидов и кетонов в кислой и щелочной среде, механизм реакции. Бензоиновая конденсация. Аминометилирование альдегидов и кетонов, реакция Манниха.

Реакции восстановления карбонильных соединений. Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов, реагенты восстановления; восстановление карбонильной группы до СН<sub>2</sub>-группы; реакции Кижнера-Вольфа и Клеменсена. Восстановительная димеризация альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов, реагенты окисления. Восстановительное аминирование карбонильных соединений. Взаимодействие альдегидов и кетонов с формиатом аммония (реакция Лейкарта). Диспропорционирование альдегидов по Канницаро.

## 12. Функциональные соединения с карбоксильной группой. Карбоновые кислоты. Производные карбоновых кислот – галогенангидриды, сложные эфиры

Особенности электронного строения карбоксильной группы. Влияние заместителей в органическом радикале на кислотность карбоновых кислот. Галогенирование кислот по



Геллю-Фольгарду-Зелинскому. Пиролитическая кетонизация, реакции Кольбе, Бородина-Хунсдиккера.

Производные карбоновых кислот. Галогенангидриды. Свойства: взаимодействие с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, гидразин, металлоорганические соединения). Восстановление по Розенмунду и комплексными гидридами металлов. Взаимодействие диазометана с галогенангидридами карбоновых кислот (реакция Арндта-Эйстера). Ангидриды. Реакции ангидридов кислот. Кетены, свойства. Сложные эфиры, реакция этерификации. Реакции сложных эфиров: гидролиз (механизм кислотного и основного катализа), аммонолиз, переэтерификация. Сложноэфирная конденсация (Кляйзена), взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями, восстановление сложных эфиров до спиртов и альдегидов комплексными гидридами металлов, восстановление по Буво-Блану, ацилоиновая конденсация. Реакция получения сложных эфиров с участием диазометана. Сложные эфиры многоатомных спиртов. Жиры, липиды., триглицериды, фосфолипиды. Амиды. Гидролиз, восстановление до аминов, дегидратация амидов. Понятие о секстетных перегруппировках. Перегруппировки Гофмана, Курциуса. Нитрилы. Гидролиз, аммонолиз, восстановление комплексными гидридами металлов до аминов, взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями. Двухосновные кислоты. Щавелевая, малоновая, янтарная кислоты. Диэтилоксалат в сложноэфирной конденсации. Синтезы с малоновым эфиром, реакция Михаэля, конденсации с альдегидами и кетонами (реакция Кнёвенагеля).

### 13. Азотсодержащие соединения. Нитроалканы, амины, diaзосоединения

Нитроалканы. Электронное строение  $\text{NO}_2$  - группы. Кислотность и таутомерия нитроалканов. Конденсация с карбонильными соединениями. Восстановление нитросоединений в амины.

Амины. Амины как основания. Алкилирование и ацилирование аминов. Защита аминогруппы. Разложение гидроксидов тетраалкиламмония (элиминирование по Гофману).

Ароматические амины. Восстановление ароматических нитросоединений в кислой и щелочной среде.. Бензидиновая перегруппировка. Сравнение основных свойств алифатических и ароматических аминов. Влияние на основность аминов заместителей в ароматическом ядре. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ароматических аминов. Окисление и галогенирование аминов.

Диазосоединения. Ароматические diaзосоединения. Реакции diaзотирования первичных ароматических аминов. Механизм, природа нитрозирующего агента. Строение и устойчивость солей diaзония. Реакции diaзосоединений с выделением азота: замена diaзогруппы на гидроксил-, галоген-, циано-, нитрогруппу и водород. Реакции diaзосоединений без выделения азота: восстановление до арилгидразинов, азосочетание. Азосочетание как реакция электрофильного замещения. Азо- и diaзосоставляющие, условия сочетания с аминами и фенолами. Азокрасители, цветность азокрасителей. Алифатические diaзосоединения. Электронное строение diaзометана, его реакции с карбоновыми кислотами, diaзометан как источник карбена.

14. Гетероциклические соединения. Пятичленные и шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом.

Электронное строение гетероциклических пяти- и шестичленных ароматических соединений (пиррол, фуран, тиофен, индол, азолы, пиридин, хинолин).

Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом (гетероциклопентадиены). Фуран, тиофен, пиррол. (Электроноизбыточные). Ацидофобность фурана и пиррола. Реакции электрофильного замещения в пятичленных ароматических гетероциклах (аналогия с реакционной способностью бензола): нитрование, сульфирование, галогенирование, формилирование, ацилирование. Ориентация электрофильного замещения. Индол. Реакции электрофильного замещения в пиррольном кольце индола.

Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и хинолин, электронное строение, сравнение с гетероциклопентадиенами. Основность пиридина. Реакции пиридина с алкилгалогенидами. Окисление и восстановление пиридина. Реакции электрофильного замещения в пиридине и хинолине: нитрование, сульфирование, галогенирование. N-Оксиды пиридина и хинолина и их использование в реакции нитрования. Нуклеофильное замещение атомов водорода в пиридине в реакциях с амидом натрия (Чичибабин) и фениллитием.

15. Полифункциональные, в том числе природные (биологически важные) соединения.

Гидроксо- и оксо- кислоты, важнейшие примеры,  $\alpha$ -  $\beta$ - номенклатура. Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе. Кето-енольная таутомерия эфиров  $\beta$ -кетокислот, амбидентный характер енолят-иона. Конденсация Дикмана как вариант конденсации Кляйзена. Ацилоиновая конденсация эфиров дикарбоновых кислот в синтезе средних и макроциклов.  $\alpha$ -  $\beta$ - Ненасыщенные кислоты. Фумаровая и малеиновая кислоты, их эфиры, малеиновый ангидрид, использование в органическом синтезе.

Аминокислоты. Строение и свойства аминокислот.  $\alpha$ -аминокислоты,  $\beta$ -аминокислоты ( $\beta$ -аланин, аспарагин). Важнейшие аминокислоты, стереохимия аминокислот, D- L- номенклатура. Синтез аминокислот Габриель, Штрекер. Разделение рацемических смесей аминокислот. Пептиды и белки. Пептидная связь. Примеры ди- и три- пептидов. Синтез пептидов. Структура белков.

Углеводы. Классификация и номенклатура углеводов. Моносахариды и полисахариды. Виды моносахаридов: триозы, тетрозы, пентозы, гексозы (альдозы и кетозы). Пространственное строение моносахаридов, пример глицеринового альдегида. L- и D- углеводы. Формулы Фишера и Хеурса. Глюкопиранозы и глюкофуранозы. Кольчаточная таутомерия моносахаридов. Превращение альдоз в 2-кетозы (мутаротация). Важнейшие реакции моносахаридов. Синтез простых и сложных эфиров моносахаридов. Окисление альдоз до альдоновых кислот. Окислительное расщепление. Удлинение и укорочение углеводной цепи. Дисахариды (биозы): мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза.  $\alpha$ -и,  $\beta$ -дисахариды. Особенности строения природных полисахаридов на примере целлюлозы и крахмала.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Основы финансово-экономического анализа и планирования**

#### **Цель дисциплины:**

- знакомство слушателей с методами финансовых расчетов для повышения уровня их финансовой грамотности;
- формирование навыков анализа финансово-экономических проблем на микро- и макроуровнях;
- приобретение навыков принятия обоснованных экономических решений в областях жизнедеятельности.

#### **Задачи дисциплины:**

В результате изучения курса студент должен:

- знать основные результаты финансовых аспектов микро- и макроэкономической теории;
- обладать навыками экономического моделирования для принятия обоснованных экономических решений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- ключевые положения разделов микро- и макроэкономической теории, связанных с финансовым анализом, а также иметь представление о возможностях применения теории для анализа финансово-экономических последствий принимаемых решений;

##### **уметь:**

- моделировать и анализировать ситуации с использованием микро- и макроэкономического финансового инструментария, а также интерпретировать полученные результаты;

##### **владеть:**

- логикой экономического анализа и подходами к решению финансово-экономических задач.

## Темы и разделы курса:

### 1. Основы финансовой грамотности индивида

Эффективность вложения свободных средств в банковский сектор: депозитные вклады, процентные ставки. Альтернативные варианты вложения денег (облигации, акции, векселя). Дисконтирование как инструмент финансовых вычислений.

Поведение индивида в условиях неопределенности. Задача формирования оптимального портфеля инвестиций. Модель спроса на страховку.

Функция полезности потребителя. Построение функции полезности на основе кривых безразличия. Примеры функций полезности для основных типов предпочтений.

Выбор потребителя. Задача максимизации полезности при бюджетном ограничении. Функции спроса.

Концепция выявленного предпочтения. Слабая аксиома выявленных предпочтений.

### 2. Макроэкономические аспекты финансовой деятельности

Современные финансовые рынки. Рынки капиталов и денежные рынки. Инструменты финансовых рынков. Мировые финансовые центры и биржи.

Спрос на деньги и предложение денег. Денежная масса (агрегаты  $M_0$ ,  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ). Создание депозитов в банковской системе. Денежный мультипликатор. Банки и банковская система. Банки в эпоху глобализации и цифровой экономики. Центральный банк и его функции.

Инструменты влияния государства на предложение денег (операции на открытом рынке, изменение ключевой ставки процента, изменение нормы резервирования). Современные тенденции на финансовых рынках: Биткойны.

Инфляция: причины, ее виды и влияние на экономику потребления и экономику развития. Валютные курсы: как они формируются и их влияние на экономическую динамику. Проблема оттока капитала для РФ.

### 3. Государственное регулирование экономики и финансов

ВВП как сумма доходов экономических субъектов. Инвестиции и сбережения. Бюджетный дефицит. Равновесный уровень ВВП. Мультипликаторы Кейнса.

Государственный бюджет РФ: источники пополнения и направления расходования.

Налоги и другие обязательные платежи.

Модели экономики для демонстрации последствий принимаемых решений государства. Модель AD-AS (замкнутая экономика). Формула торгового сальдо страны. Платежный баланс. Модель IS-LM-VP (открытая экономика).

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Основы языка R**

#### **Цель дисциплины:**

Дать практические навыки применения языка R, IDE R-studio и основных пакетов для анализа данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- обучить основам языка программирования R;
- научить пользоваться IDE R-studio;
- ознакомить с основными пакетами для анализа данных с помощью R;
- формирование у студентов основных биоинформатических навыков и приобретение ими практического опыта, необходимого для проведения самостоятельных научных исследований в области системной биологии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные пакеты программной среды R;
- основы синтаксиса R.

##### **уметь:**

- программировать на языке R;
- имплементировать и отлаживать биоинформатические алгоритмы;
- реализовывать статистический анализ в программной среде R.

##### **владеть:**

- навыками работы с большими объемами биологических данных;
- культурой планирования и осуществления многоступенчатого биоинформатического анализа.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение в язык программирования R и IDE R-studio

Ознакомительное занятие. Основные команды в R. Настройка рабочего пространства R-studio. Установка пакетов и обновлений.

### 2. Синтаксис R

Реализация кода на R. Синтаксис R. Основные объекты в R, понятие переменных, массива, матрицы, data.frame, list, array.

### 3. Операторы и функции

Операторы в R. Реализация функций на языке R, функции первого уровня. Функции n-ного уровня. Предполагается, что по результатам модуля студенты смогут реализовывать собственные функции на языке R, а также манипулировать переменными с помощью основных операторов в R.

### 4. Базовая графика в R

Основы графики в R. Построение двумерных графиков на плоскости с помощью пакета base(). Boxplot, barplot, pie plot, dot plot, histogram. Регулируемые параметры объекта plot и par(). Легенда на графиках base(). Параметры осей графика в base plot.

### 5. Реализация графиков с помощью пакета ggplot2

Реализация графиков с помощью пакета ggplot2. Слои в объектах ggplot2. Дополнительные функции пакета ggplot2: geom\_point, geom\_abline, geom\_polygon, geom\_rect. Facet и grid на графиках ggplot2. Регулируемые параметры окружения графика. Main(), axis labels. Легенда в ggplot2.

### 6. Корреляция и линейная регрессия

Понятие о корреляции. Корреляция по Пирсону и Спирмену. Визуализация данных. Линейная регрессия. Множественная линейная регрессия. R<sup>2</sup> и F-статистика. Тестирование моделей. Тестовая и обучающая выборка. ANOVA. Glm, generalized linear model. Logit-регрессия и AIC. Поправка на множественное сравнение. FDR, поправка Бонферрони.

### 7. PCA и Heatmaps

Анализ главных компонент. Общие принципы реализации PCA. Функции prcomp пакета stats. Пакет rca3d. Теплокарты. Пакеты heatmap и heatmap.2. Визуализация данных с помощью PCA и heatmap.

### 8. Кластеризация в R

Основные алгоритмы кластеризации. Euclidean, manhattan, maximum, canberra. Иерархическая кластеризация. Расстояние между кластерами. Complete, Single, Average linkage. Дендрограмма как объект R. K-means, k-medoids. Self-organizing map. Silhouette.

### 9. NGS и поиск дифференциально экспрессирующихся генов

Общие принципы секвенирования следующего поколения. Тримминг и QC ридов. FastQC и trimmomatic. Обзор алгоритмов выравнивания. BWA, Bowtie, STAR. Выравнивание ридов

на геном. Детекция альтернативного сплайсинга. Cufflinks. Cuffdiff. Нормализация ридов. DEXseq, EdgeR, limma. Log fold-change. Поиск дифференциально экспрессирующихся генов и идентификация достоверных DEГов.

#### 10. Пакеты для работы с сиквенсами

Основные функции пакетов Seqinr, Arx, аннотирование генов с помощью пакета GenomicRanges, GenomicAlignments. Go-enrichent. Гипергеометрическое распределение.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Прикладная биоинформатика**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам наиболее важные представления об основных подходах биоинформатического анализа применяемых для изучения структуры и функционирования геномного локуса.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний о различных ресурсах и их организации содержащих информацию и программы для анализа биологических данных;
- практическое освоение студентами методов биоинформатического анализа на примере одного из участков генома человека;
- формирование у студентов основных навыков и приобретение ими практического опыта, необходимого для проведения самостоятельных научных исследований в области биоинформатического анализа.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные геномные элементы;
- базы данных содержащих информацию о геномных элементах;
- инструменты для анализа геномных элементов;
- программы для представления данных по геномным элементам;
- различные форматы данных;
- методы с помощью которых получают биологические данные;
- методы исследования генома.

##### **уметь:**

- проводить биоинформатический анализ участка генома;
- вычленять информацию о функционировании участка генома;



- уметь собирать всю имеющуюся информацию из различных источников для анализа;
- проводить комплексный анализ различных видов данных ;
- выстраивать гипотезы и планировать эксперименты для подтверждения наблюдаемых феноменов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования биологических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Функциональные элементы генома

Геном. Доля транскрибируемой ДНК. Мусорная ДНК. Информационная емкость. Реализация ДНК как генетического материала. Анализ первичной структуры ДНК и её функции. Проект ENCODE. Гены человека. Псевдогены, их классификация. Процессированные псевдогены. Механизмы функционального действия процессированных псевдогенов. Регуляторные участки в геноме: промотор, ТАТА-бокс, энхансер, сайленсер, инсулятор. Повторяющиеся последовательности в ДНК. Тандемные повторы: микросателлиты, минисателлиты и сателлиты. Болезни экспансии тринуклеотидных повторов. Диспергированные повторы: транспозоны и ретротранспозоны. Открытие мобильных элементов. Полиморфизм ДНК. Функционирование вторичной структуры ДНК. G-квадруплексы в промоторах и теломерах.

2. Основные ресурсы для анализа функциональных элементов генома

Сервер NCBI. Основные базы данных расположенные на нём: GenBank, Genome, Gene, dbSNP,

dbEST, UniGene, PubMed, OMIM, Protein, и другие. Запросы онлайн. Перекрёстный анализ. Скачивание данных для локального анализа.

3. Геномные баузеры

Геномные баузеры: MapView, USCS, ensemble. Устройство и пользование баузером USCS. Создание индивидуальных сессий. Обмен информацией в сессиях. Сборки геномов. Трэки, управление и настройки трэков. Трэк гены. Сравнение различных аннотаций генов человека. Трэки мРНК и EST. Совместный анализ трэков гены, мРНК и EST.

4. Анализ структуры локуса генома человека

Кодирующие и не кодирующие РНК. lncRNA, miRNA. Псевдогены. Повторяющиеся последовательности. Семейство Alu повторов.

5. Экспрессионный анализ

Анализ данных микрочипов Affymetrix. Устройство пробсета. База данных BioGPS. Анализ данных RNAseq разных проектов. Количественный и качественный анализ. Выбор вида представления данных. Экспрессионный анализ по клеточным культурам, по локализации

транскриптов, различным условиям обработки клеточных культур, фракции полиА<sup>+</sup> или полиА<sup>-</sup>. Сравнение структуры генов, РНК и EST. Данные Fantom5.

#### 6. Изучение регуляции локуса

Регуляция с помощью miRNA. CLASH data. Антисмысловые взаимодействия. Транскрипционные факторы. Гистоновые модификации. Метилирование. Чувствительность к ДНКазам.

#### 7. Исследование кодирующего потенциала гена

Поиск открытой рамки считывания. Определение белковых изоформ продукта. Анализ доменной структуры белка. Онлайн инструменты: CDS, CDART. База данных Pfam.

#### 8. Анализ функции белка

Выявление белковых партнёров. Пост-трансляционные модификации белка. Предсказание функции белка на основе его взаимодействий с белками-партнерами. Анализ данных базы «IntAct Molecular Interaction Database». Анализ клеточных путей. База данных neXtProt. Данные проекта «The human protein atlas». PeptideAtlas. Uniprot

#### 9. Сравнительно-геномный анализ локуса

Консервативность гена, эволюция локуса. Ортологи, паралоги, гомологи. Анализ генов паралогов в геноме человека.

#### 10. Особенности анализа экспрессии генов

Особенности анализа экспрессии генов в опухолях и при исследовании хронических заболеваний человека База данных GEO. Датасеты, их устройство. Депонирование данных. Инструменты для анализа данных. GEO2R.

#### 11. Анализ мутации в генах

Мутации, их классификация. Синонимичные и несинонимичные замены. Полиморфизм в гене. вариации дозы гена. Функциональный анализ мутации. Предсказательные подходы: консервативность, программы Mutation taster, PolyPhen-2, SIFT+Provean. Экспериментальные методы.

#### 12. Теория дизайна лабораторного эксперимента и представления данных

Выбор объекта исследования. Постановка задач и целей. Выбор методического решения поставленной задачи. Определение сроков эксперимента и объёма работы. Расходные материалы. Выбор журнала для публикации работы. Импакт фактор. Анализ основных разделов статьи. Логика формирования материалов для разных разделов публикации. Черновой вариант. Ответы рецензенту. Представление результатов в виде устных и постерных сообщений. Оформление работы.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Прикладная физическая культура (виды спорта по выбору)**

#### **Цель дисциплины:**

Сформировать мировоззренческую систему научно-практических знаний и отношение к физической культуре.

#### **Задачи дисциплины:**

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих воспитательных, образовательных, развивающих и оздоровительных задач:

- понимание социальной роли физической культуры в развитии личности и подготовке ее к профессиональной деятельности;
- знание научно- биологических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое самосовершенствование и самовоспитание, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Материал раздела предусматривает овладение студентами системой научно-практических и специальных знаний, необходимых для понимания природных и социальных процессов функционирования физической культуры общества и личности, умения их адаптивного, творческого использования для личностного и профессионального развития, самосовершенствования, организации здорового стиля жизни при выполнении учебной, профессиональной и социокультурной деятельности. Понимать роль физической культуры в развитии человека и подготовке специалиста.

##### **уметь:**

Использовать физкультурно-спортивную деятельность для повышения своих функциональных и двигательных возможностей, для достижения личных жизненных и профессиональных целей.

## **владеть:**

Системой практических умений и навыков, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, развитие и совершенствование психофизических способностей и качеств (с выполнением установленных нормативов по общей физической и спортивно-технической подготовке).

## **Темы и разделы курса:**

### **1. ОФП (общая физическая подготовка)**

Физическая подготовленность человека характеризуется степенью развития основных физических качеств – силы, выносливости, гибкости, быстроты, ловкости и координации.

Идея комплексной подготовки физических способностей людей идет с глубокой древности. Так лучше развиваются основные физические качества человека, не нарушается гармония в деятельности всех систем и органов человека. Так, к примеру, развитие скорости должно происходить в единстве с развитием силы, выносливости, ловкости. Именно такая слаженность и приводит к овладению жизненно необходимыми навыками.

Физические качества и двигательные навыки, полученные в результате физических занятий, могут быть легко перенесены человеком в другие области его деятельности, и способствовать быстрому приспособлению человека к изменяющимся условиям труда быта, что очень важно в современных жизненных условиях.

Между развитием физических качеств и формированием двигательных навыков существует тесная взаимосвязь.

Двигательные качества формируются неравномерно и неодновременно. Наивысшие достижения в силе, скорости, выносливости достигаются в разном возрасте.

Понятие о силе и силовых качествах.

Люди всегда стремились быть сильными и всегда уважали силу.

Различают максимальную (абсолютную) силу, скоростную силу и силовую выносливость. Максимальная сила зависит от величины поперечного сечения мышцы. Скоростная сила определяется скоростью, с которой может быть выполнено силовое упражнение или силовым приемом. А силовая выносливость определяется по числу повторений силового упражнения до крайней усталости.

Для развития максимальной силы выработан метод максимальных усилий, рассчитанный на развитие мышечной силы за счет повторения с максимальным усилием необходимого упражнения. Для развития скоростной силы необходимо стремиться наращивать скорость выполнения упражнений или при той же скорости прибавлять нагрузку. Одновременно растет и максимальная сила, а на ней, как на платформе, формируется скоростная. Для развития силовой выносливости применяется метод «до отказа», заключающийся в непрерывном упражнении со средним усилием до полной усталости мышц.

Чтобы развить силу, нужно:

### **1. Укрепить мышечные группы всего двигательного аппарата.**

2. Развить способности выдерживать различные усилия (динамические, статические и др.)

3. Приобрести умение рационально использовать свою силу.

Для быстрого роста силы необходимо постепенно, но неуклонно увеличивать вес отягощений и быстроту движений с этим весом. Сила особенно эффективно растет не от работы большой суммарной величины, а от кратковременных, но многократно интенсивно выполняемых упражнений. Решающее значение для формирования силы имеют последние попытки, выполняемые на фоне утомления. Для повышения эффективности занятий рекомендуется включать в них вслед за силовыми упражнениями упражнения динамические, способствующие расслаблению мышц и пробуждающие положительные эмоции – игры, плавание и т.п.

Уровень силы характеризует определенное морфофункциональное состояние мышечной системы, обеспечивающей двигательную, корсетную, насосную и обменную функции.

Корсетная функция обеспечивает при определенном мышечном тоне нормальную осанку, а также функции позвоночника и спинного мозга, предупреждая такие распространенные нарушения и заболевания как дефекты осанки, сколиозы, остеохондрозы. Корсетная функция живота играет важную роль в функционировании печени, желудка, кишечника, почек, предупреждая такие заболевания как гастрит, колит, холецистит и др. недостаточный тонус мышц ног ведет к развитию плоскостопия, расширению вен и тромбофлебиту.

Недостаточное количество мышечных волокон, а значит, снижение обменных процессов в мышцах ведет к ожирению, атеросклерозу и другим неинфекционным заболеваниям.

Насосная функция мышц («мышечный насос») состоит в том, что сокращение либо статическое напряжение мышц способствует передвижению венозной крови по направлению к сердцу, что имеет большое значение при обеспечении общего кровотока и лимфотока. «Мышечный насос» развивает силу, превышающую работу сердечной мышцы и обеспечивает наполнение правого желудочка необходимым количеством крови. Кроме того, он играет большую роль в передвижении лимфы и тканевой жидкости, влияя тем самым на процессы восстановления и удаления продуктов обмена. Недостаточная работа «мышечного насоса» способствует развитию воспалительных процессов и образованию тромбов.

Таким образом нормальное состояние мышечной системы является важным и жизненно необходимым условием .

Уровень состояния мышечной системы отражается показателем мышечной силы.

Из этого следует, что для здоровья необходим определенный уровень развития мышц в целом и в каждой основной мышечной группе – мышцах спины, груди, брюшного пресса, ног, рук.

Развитие мышц происходит неравномерно как по возрастным показателям , так и индивидуально. Поэтому не следует форсировать выход на должный уровень у детей 7-11 лет. В возрасте 12-15 лет наблюдается значительное увеличение силы и нормативы силы на порядок возрастают. В возрасте 19-29 лет происходит относительная стабилизация, а в 30-39 лет – тенденция к снижению. При управляемом воспитании силы целесообразно в 16-18 лет выйти на нормативный уровень силы и поддерживать его до 40 лет.

Необходимо помнить, что между уровнем отдельных мышечных групп связь относительно слабая и поэтому нормативы силы должны быть комплексными и относительно простыми при выполнении. Лучшие тесты – это упражнения с преодолением массы собственного тела, когда учитывается не абсолютная сила, а относительная, что позволяет сгладить разницу в абсолютной силе, обусловленную возрастно-половыми и функциональными факторами.

Нормальный уровень силы – необходимый фактор для хорошего здоровья, бытовой, профессиональной трудоспособности.

Дальнейшее повышение уровня силы выше нормативного не влияет на устойчивость к заболеваниям и рост профессиональной трудоспособности, где требуется значительная физическая сила.

Гибкость и методика ее развития.

Под гибкостью понимают способность к тах по амплитуде движениям в суставах. Гибкость - морфофункциональное двигательное качество. Она зависит:

- от строения суставов;
- от эластичности мышц и связочного аппарата;
- от механизмов нервной регуляции тонуса мышц.

Различают активную и пассивную гибкость.

Активная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет собственных мышечных усилий.

Пассивная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет действия внешних сил (партнера, тяжести). Величина пассивной гибкости выше показателей активной гибкости.

В последнее время получает распространение в спортивной литературе термин “специальная гибкость” - способность выполнять движения с большой амплитудой в суставах и направлениях, характерных для избранной спортивной специализации. Под “общей гибкостью”, в таком случае, понимается гибкость в наиболее крупных суставах и в различных направлениях.

Кроме перечисленных внутренних факторов на гибкость влияют и внешние факторы: возраст, пол, телосложение, время суток, утомление, разминка. Показатели гибкости в младших и средних классах (в среднем) выше показателей старшеклассников; наибольший прирост активной гибкости отмечается в средних классах.

Половые различия определяют биологическую гибкость у девочек на 20-30% выше по сравнению с мальчиками. Лучше она сохраняется у женщин и в последующей возрастной периодике.

Время суток также влияет на гибкость, с возрастом это влияние уменьшается. В утренние часы гибкость значительно снижена, лучшие показатели гибкости отмечаются с 12 до 17 часов.

Утомление оказывает существенное и двойственное влияние на гибкость. С одной стороны, к концу работы снижаются показатели силы мышц, в результате чего активная гибкость уменьшается до 11%. С другой стороны, снижение возбуждения силы способствует восстановлению эластичности мышц, ограничивающих амплитуду движения. Тем самым повышается пассивная гибкость, подвижность увеличивается до 14%.

Неблагоприятные температурные условия (низкая температура) отрицательно влияют на все разновидности гибкости. Разогревание мышц в подготовительной части учебно-тренировочного занятия перед выполнением основных упражнений повышает подвижность в суставах.

Мерилом гибкости является амплитуда движений. Для получения точных данных об амплитуде движений используют методы световой регистрации: кино съемку, циклографию, рентгено-телевизионную съемку и др. Амплитуда движений измеряется в угловых градусах или в сантиметрах.

Средства и методы:

Средством развития гибкости являются упражнения на растягивания. Их делят на 2 группы: активные и пассивные. Активные упражнения:

- однофазные и пружинистые (сдвоенные, строенные) наклоны;
- маховые и фиксированные;
- статические упражнения (сохранение неподвижного положения с максимальной амплитудой).

Пассивные упражнения: поза сохраняется за счет внешних сил. Применяя их, достигают наибольших показателей гибкости. Для развития активной гибкости эффективны упражнения на растягивание в динамическом режиме.

Общее методическое требование для развития гибкости - обязательный разогрев (до потоотделения) перед выполнением упражнений на растягивание.

Взаимное сопротивление мышц, окружающих суставы, имеет охранительный эффект. Именно поэтому воспитание гибкости должно с запасом обеспечивать требуемую амплитуду движений и не стремиться к предельно возможной степени. В последнем случае это ведет к травмированию (растяжению суставных связок, привычным вывихам суставов), нарушению правильной осанки.

Мышцы малорастяжимы, поэтому основной метод выполнения упражнений на растягивание - повторный. Разовое выполнение упражнений не эффективно. Многократные выполнения ведут к суммированию следов упражнения и увеличение амплитуды становится заметным. Рекомендуется выполнять упражнения на растягивание сериями по 6-12 раз, увеличивая амплитуду движений от серии к серии. Между сериями целесообразно выполнять упражнения на расслабление.

Серии упражнений выполняются в определенной последовательности:

- для рук;
- для туловища;
- для ног.

Более успешно происходит воспитание гибкости при ежедневных занятиях или 2 раза в день (в виде заданий на дом). Наиболее эффективно комплексное применение упражнений на растягивание в следующем сочетании: 40% упражнений активного характера, 40% упражнений пассивного характера и 20% - статического. Упражнения на растягивание можно включать в любую часть занятий, особенно в интервалах между силовыми и скоростными упражнениями.

В младшем школьном возрасте преимущественно используются упражнения в активном динамическом режиме, в среднем и старшем возрасте - все варианты. Причем, если в младших и средних классах развивается гибкость (развивающий режим), то в старших классах стараются сохранить достигнутый уровень ее развития (поддерживающий режим). Наилучшие показатели гибкости в крупных звеньях тела наблюдаются в возрасте до 13-14 лет.

Заканчивая рассмотрение развития физических качеств в процессе физического воспитания, следует акцентировать внимание на взаимосвязи их развития в школьном возрасте. Так, развитие одного качества способствует росту показателей других физических качеств. Именно эта взаимосвязь обуславливает необходимость комплексного подхода к воспитанию физических качеств у школьников.

Значительные инволюционные изменения наступают в пожилом и старческом возрасте (в связи с изменением состава мышц и ухудшением упруго-эластических свойств мышц и связок). Нужно противодействовать регрессивным изменениям путем использования специальных упражнений с тем, чтобы поддерживать гибкость на уровне, близком к ранее достигнутому.

**Выносливость.**

Выносливость определяет возможность выполне



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Медицинская физика и биоинформатика

### Программирование на языке Python

#### Цель дисциплины:

Научить студентов программировать на языке Python на уровне, достаточном для использования в исследовательской научной и в последующей профессиональной деятельности.

#### Задачи дисциплины:

- обеспечить чёткое понимание студентами основ информатики и ИКТ, включая некоторые области математики (системы счисления, логика, дискретная математика);
- обучить студентов основным алгоритмам обработки числовой и текстовой информации;
- сформировать у обучающихся навык использования языка программирования Python 3 для решения конкретных прикладных задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основы алгоритмического языка программирования Python;
- приёмы разработки программ.

##### уметь:

- выбирать оптимальные алгоритмы для программ;
- разрабатывать полные законченные программы на языке Python с использованием современных средств написания и отладки программ;
- использовать математические пакеты языка Python для автоматизации решения прикладных и фундаментальных задач.

##### владеть:

- навыком исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыком программирования решений алгоритмических проблем на языке Python;

- способами представления полученных результатов;
- навыками самостоятельной работы и использования информации из баз знаний в Интернет.

**Темы и разделы курса:**

1. Основы синтаксиса языка Python

Переменные. Выражения. Функции. Условные операторы и циклы.

2. Работа с коллекциями

Методы коллекций. Перебор коллекций. Условные выражения и коллекции. Сравнение коллекций.

3. Работа с файлами

Методы open и close. Конструкция with as. Чтение и запись данных в различных кодировках.

4. Функции и работа с ними

Значения аргументов функции по умолчанию. Обязательные и не обязательные аргументы. Позиционные и именованные аргументы.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Ретровирусы и ретровирусные векторы в генной терапии**

#### **Цель дисциплины:**

приобретение студентами фундаментальных знаний в области вирусологии и генной терапии: основные направления генной терапии, методы и подходы, принципы конструирования вирусных векторов, ретровирусы и аденовирусы, различия векторных систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование основ знаний в области генной терапии;
- формирование представлений о вирусных векторах, используемых в генной терапии;
- формирование фундаментальных основ, необходимых для повышения творческого и исследовательского потенциала студентов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- современные методы переноса и экспрессии целевых и маркерных генов, принципы создания вирусных векторов;
- современный уровень знаний и проблем генной терапии;
- возможности приложения полученных знаний в медицине, фармакологии, биотехнологии и других смежных областях.

##### **уметь:**

- формулировать и ставить задачу исследования и этапов её выполнения;
- владеть техникой поиска и анализа информации, находимой в Интернете;
- представлять полученные результаты исследований в устной и наглядной форме;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными.

**Темы и разделы курса:**

1. Аденовирусные векторы. Векторы на основе аденоассоциированного вируса. Векторы на основе вируса осповакцины. Преимущества и недостатки каждой из рассматриваемых векторных систем.

Аденовирусные векторы. Векторы на основе аденоассоциированного вируса. Векторы на основе вируса осповакцины.

Преимущества и недостатки каждой из рассматриваемых векторных систем.

ДНК-вакцины. РНК-интерференция в генной терапии. Методы доставки siРНК.

.

2. Вирусные векторы, основные принципы их конструирования. Подходы использования: *in vivo* и *ex vivo*.

Перенос генов от одних клеток другим, осуществляемый природными вирусами. Роль этого процесса в развитии злокачественных опухолей.

Создание систем переноса генов с помощью искусственных вирусоподобных частиц. Основные принципы создания таких псевдовиральных частиц. Упаковывающие клетки. Конструирование безопасных репликационно-некомпетентных вирусных векторов.

3. Генная и клеточная терапия. Предпосылки создания этого направления современной биомедицины. Главные направления генной терапии. Области применения и основные подходы и методы.

Природный процесс переноса чужеродных генов у прокариот и низших эукариот. Трансформация бактерий как доказательство возможности переноса и экспрессии генов в составе очищенной ДНК. Наследственные болезни – нарушение нормальной структуры ДНК, т.е. генетические болезни. Ненаследственные нарушения ДНК (онкологические заболевания и инфекционные вирусные заболевания). Генная терапия соматических и репродуктивных клеток человека. Дополнительная и заместительная генная терапия. Клеточная терапия. Создание искусственных желез внутренней секреции.

4. Итоги 25-летней эволюции генной и клеточной терапии. Перспективы использования.м.

Итоги 25-летней эволюции генной и клеточной терапии. Перспективы использования..

5. Простые и сложные ретровирусы. Векторы на основе вирусов лейкоза мышей и HIV (вируса иммунодефицита человека).

Простые и сложные ретровирусы. Векторы на основе вирусов лейкоза мышей и HIV (вируса иммунодефицита человека).

Преимущества и недостатки интеграционных векторов на основе ретровирусов. Инсерционный мутагенез. Феномен «донор против хозяина» при трансплантации костного мозга и способ борьбы с ним.

6. Современные методы переноса и экспрессии целевых и маркерных генов и их применение в биомедицине, биотехнологии, фармакологическом производстве и сельском хозяйстве.

Современные методы переноса и экспрессии целевых и маркерных генов и их применение в биомедицине, биотехнологии, фармакологическом производстве и сельском хозяйстве.

Трансформация бактерий для создания продуцентов пептидных и белковых биологически-активных веществ. Почему не всегда прокариотические клетки могут служить для этой цели. Посттрансляционные модификации белков – почему это важно.

Дрожжевые системы экспрессии целевых генов.

Системы экспрессии целевых генов в клетках насекомых. Преимущества и недостатки этих систем.

Экспрессия целевых и маркерных генов в клетках млекопитающих, в том числе и человека.

Методы внесения генов в клетки животных и человека. Са-фосфатная трансфекция. Искусственные мембраны. Баллистический метод внесения ДНГ в клетки животных и человека. Электропорация. Перенос чужеродных генов в клетки человека и животных с помощью вирусных векторов.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Роль неустойчивости в биологических системах регуляции**

#### **Цель дисциплины:**

ознакомить студентов с примерами критических явлений в сложных биологических системах.

#### **Задачи дисциплины:**

- осознание студентами критической роли неустойчивостей в регуляции сложных биологических систем;
- приобретение теоретических знаний в области неустойчивых систем;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных исследований;
- приобретение навыков работы в коллективе.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы регуляции различных систем;
- основные механизмы потери устойчивости в живых системах и их математические модели;

##### **уметь:**

- проводить аналогии и находить общие решения для схожих процессов в разных системах;
- выделять центральные каталитические ядра в сложных регуляторных системах;
- оценивать наличие и значение неустойчивости в какой-либо системе;
- оценивать класс возмущений, соответствующий данному состоянию устойчивости.

##### **владеть:**

- Навыками ориентации в массивах противоречивой информации;
- общей культурой постановки и моделирования актуальных биологических задач;
- общими навыками наглядного представления широкой публике полученных результатов.

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Вводная часть

Общие принципы биологической регуляции. Работа Н. Винера «Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине».

Неустойчивости генома. Молекулярно-генетические управляющие системы. Современный взгляд. Работы В.А. Ратнера по проблемам молекулярной эволюции». Злокачественные трансформации клеток.

### 2. Нестабильность в различных системах

Роль нестабильностей в сигнальных и сенсорных системах.

Нестабильности в системах регуляции иммунитета.

Нестабильности в индивидуальном развитии.

Роль нестабильностей в когнитивных системах, системах распознавания и высшей нервной деятельности.

Лихорадки и различные формы термического озноба как результат потери термостабилизации.

Роль нестабильностей в генерации мышечного тремора.

Роль нестабильностей в явлениях эскапизма в биологии.

Нестабильности в системе регуляции апоптоза. Каспазные и киназные комплексы

Роль нестабильностей в возникновении и распространении эпидемий. Госпитальные инфекции.

Биологические и социокультурные нестабильности.

.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Россия и мир**

#### **Цель дисциплины:**

Целью изучения данной дисциплины является развитие самостоятельного, критического мышления обучающихся и глубокой мировоззренческой культуры, опирающейся на выработанные европейской философской традицией рациональные принципы, а также формирование навыков поиска интерпретаций современных проблем и дискурсов: адекватно ставить и решать широкий спектр научно-технических, социально-экономических и нравственно-гуманистических проблем

#### **Задачи дисциплины:**

сформировать представление об общих методологических принципах современных естественных и социально-гуманитарных наук на основе описания динамики естественных наук и их особых типов рациональности;

познакомить с базовыми принципами современной научной парадигмы;

сформировать у обучающихся навыки оформления научных исследований в форме статей и докладов на основе указанных методологических принципов;

научить грамотной аргументации научной гипотезы с опорой на методологический аппарат философии и гуманитарных наук;

дать обучающимся основные сведения о специфике философского мировоззрения, показать особенности философского знания, его структуру, функции, основные проблемы;

рассмотреть основные этапы истории философии через призму базовых концептов современной науки, а также показать значение таких философских разделов, как онтология, гносеология, философия культуры, философская антропология, социальная философия для формирования научной методологии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

исходные философские принципы, категории, термины и специфику подхода философии и гуманитарной науки к изучению общества и культуры;

философские концепции личности и фундаментальные программы реализации самоизменений в истории философии.



**уметь:**

применять техники постановки проблем (формирование навыков проблемного мышления);  
использовать философское знание для понимания межкультурного взаимодействия.

**владеть:**

способностью применения философских идей для построения публичного выступления.  
способностью конструировать собственное философское мировоззрение.

**Темы и разделы курса:****1. Динамика естественных наук и типы научной рациональности**

Классическая наука и механистическая картина мира: редукционизм, детерминизм, разделение объекта и познающего субъекта. Неклассическая наука и квантово-релятивистская картина мира: природа как сложная динамическая система, индетерминизм, 3 уровня организации – микро, макро и мегамиры, наблюдатель внутри природы. Постнеклассическая наука и эволюционно-синергетическая картина мира: нелинейность, иерархия сложности, познание как «идеал исторической реконструкции» и как «человекообразный процесс», включение ценностных, этических и социальных факторов

**2. Базовые принципы современного естествознания**

Глобальный эволюционизм: утверждение всеобщности принципа эволюции по ступеням – космическая, химическая, биологическая, психосоциальная, культурная. Признаки: рост сложности, разнообразия, способности накапливать энергию. Системность связи неживой природы, живой природы и человека. Признаки: взаимодействие элементов, иерархичность, наличие эмерджентных свойств. Самоорганизация (от неживых систем до человеческой культуры). Признаки: чередование устойчивости и неравновесности, точки бифуркации, рождение систем более высокого уровня организации. Относительность разделения на субъект и объект. Признаки: «диалог с природой», включение в объект ценностных, этических и социальных факторов.

**3. Два класса наук – «науки о природе» и «науки о культуре»: тенденция к их сближению**

В. Дильтей о различиях методологии естественных и гуманитарных наук. Неокантианцы В. Виндельбанд и Г. Риккерт: науки о природе и науки о культуре. Ценности и оценки.

**4. Философские аспекты глобального эволюционизма, системности и нелинейности (самоорганизации)**

Этапы эволюции духовной культуры: мистика (200 тыс. лет назад), искусство (40 тыс. лет), мифология (10 тыс. лет), философия (2500 лет), мировые религии (2000-1300 лет), наука (400 лет), идеология (200 лет). Философские системы – субъективные рациональные системные картины мира. Стадии развития отраслей культуры: зарождение, становление, расцвет, инерционность, упадок. Новая точка бифуркации.

5. «Осевое время»: рождение рациональности и индивидуальности. Философия как горизонт постижения мира: Древняя Индия, Древний Китай и Древняя Греция

Цель философии – познание истины. Философы – авангард, прорывающийся к новизне. Особенности философских систем Древней Индии, Древнего Китая, Древней Греции. Философская формула рациональности

6. Первый круг развития философии: античная философия

Сократ – родоначальник философии: философская формула Сократа: Счастье = Мудрость = Добродетель = Удовольствие. Философия Платона: 2 мира – мир идей (сверхчувственный) и мир чувственный. Философия Аристотеля. Структура знания: физика, метафизика, логика, этика, риторика, политика.

7. Принципы самосозидания античного человека

Филогенетическое развитие человечества и эволюция культуры на определенном этапе приводят к осознанию существования триединства «Творчество ↔ Поиск истины ↔ Поиск смысла». Роль самотворчества в становлении индивидуальности в Античности. Система духовных упражнений: «научиться жить», «научиться общению с Другим», «научиться умирать».

8. Второй круг развития философии: средневековая философия. Реализм и номинализм

От «Исповеди» Бл. Августина к «Сумме теологии» Фомы Аквинского: философия – служанка богословия. Реализм и номинализм. «Бритва Оккама».

9. Третий круг развития философии: философия Нового времени. Теория познания как цель философии: английский эмпиризм и континентальный рационализм

Теория познания как цель философии. Английский эмпиризм: «идолы» Ф. Бэкона, первичные и вторичные качества Д. Локка, скептицизм Д. Юма; Континентальный рационализм: ясность и отчетливость идей Р. Декарта, монады Г. Лейбница.

10. Значение немецкой классической философии для создания научной картины мира

Агностицизм И. Канта: «рассудок предписывает законы природе». Объективный идеализм Г. Гегеля: «все действительное разумно, все разумное – действительно».

## 11. Иррационализм и позитивизм как два направления развития постклассической философии

Воля и бессознательное как движущие силы истории: философские системы А. Шопенгауэра, Ф. Ницше, А. Гартмана. Позитивизм как философия науки. Кризис европейской философии.

## 12. Этапы позитивизма как философии науки

Позитивизм О. Конта. Неопозитивизм XX в.: Б. Рассел и К. Поппер. Постпозитивизм: Т. Кун, И. Лакатос, М. Полани., П. Фейерабенд.

## 13. Философия культуры: предмет, функции и типы культур

Культура как предмет философского познания. Функции культуры. Исторические типы культур, понятие цивилизации как социокультурной системы: любой отдельный социокультурный мир (А. Тойнби), высший уровень культурной идентичности (Хантингтон) или эпоха заката (О. Шпенглер). Отличия культур Востока и Запада. Особенности российской цивилизации

## 14. Философия постмодернизма как отражение упадка европейской культуры

Отказ от линейности и детерминизма в трактовке социальных процессов (замена традиционного концепта «История» концептом «Постистория» - «эпоха комментариев» М. Фуко)). Отказ от универсальных законов развития и ориентация на плюрализм. Признание множественности реальностей — виртуальных реальностей, возможности создания гиперреальности, единицей которой выступает симулякр (Ж. Бодрийяр). Исчезновение субъекта, который отныне выступает не столько как творец, сколько как комбинатор отдельных элементов.

## 15. Перспективы современной науки

Наука как эволюционный процесс. Противоречия современной науки

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Русский язык как иностранный**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- не менее 6000 лексических единиц, в том числе базовую лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения.
- основные фонетические, лексические и грамматические явления и структуры, используемые в устной и письменной речи при общении на русском языке, их отличие от родного языка для аргументированного и логичного построения высказываний, позволяющих использовать изучаемый язык в повседневной, академической, научной, деловой и профессиональной коммуникации;
- особенности видов речевой деятельности на русском языке;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения россиян, русский речевой этикет при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- особенности русскоязычной академической коммуникации, приемы извлечения и сообщения информации в академических целях;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- специфику использования вербальных и невербальных средств в ситуациях иноязычной коммуникации;
- риторические приемы, используемые в различных видах коммуникативных ситуаций;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни англоязычных стран;
- стандартные типы коммуникативных задач, цели и задачи деловых переговоров, социокультурные особенности ведения деловых переговоров, коммуникативно-прагматические и жанровые особенности переговоров;
- основные виды, универсальные правила, нормы официальных и деловых документов, особенности их стиля и оформления деловой переписки;
- правила использования различных технических средств с целью поиска и извлечения информации, основные правила определения релевантности и надежности русскоязычных источников, анализа и синтеза информации.

**уметь:**

- понимать и использовать языковые средства во всех видах речевой деятельности на русском языке;
- поддерживать разговор на русском языке в различных сферах общения: бытовых, социально-культурных, общественно-политических, профессиональных;
- соблюдать речевой этикет в ситуациях повседневного и делового общения (устанавливать и поддерживать контакты, завершать беседу, запрашивать и сообщать информацию, побуждать к действию, выражать согласие/несогласие с мнением собеседника, просьбу);
- устно реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению начинать, вести/поддерживать и заканчивать диалог-расспрос об увиденном, прочитанном, диалог-обмен мнениями и соблюдая нормы речевого этикета, при необходимости используя стратегии восстановления сбоя в процессе коммуникации (переспрос, перефразирование и др.);
- письменно реализовывать коммуникативные намерения (информирование, запрос, просьба, согласие, отказ, извинение, благодарность);
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных англоязычных текстов, в том числе научно-публицистических;
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме;
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- развертывать предложенный тезис в виде иллюстрации, детализации, разъяснения;
- использовать современные информационные технологии для профессиональной деятельности, делового общения и саморазвития;
- передать на русском языке содержание англоязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности;
- подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;
- выбирать речевое поведение, тактики и стратегии в соответствии с целями и особенностями коммуникации;
- осуществлять устное и письменное иноязычное общение в соответствии со своей сферой профессиональной деятельности;
- учитывать особенности поведения и интересы других участников коммуникации, анализировать возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строить продуктивное взаимодействие в коллективе;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения;

- профессионально-ориентированного содержания на английском языке;
- описать графическую информацию (круговая гистограмма, таблица, столбиковый и линейный графики); написать короткую статью на заданную тему;
- реферировать и аннотировать иноязычные профессиональные тексты;
- уметь представлять результаты исследования в письменной и устной форме;
- выполнять перевод профессиональных текстов с родного языка на русский язык с учетом лексико-грамматических и стилистических особенностей языка оригинала и языка перевода и стандартных способов решения коммуникативных задач в области профессиональной деятельности;
- применять информационно-коммуникативные технологии в общении и речевой деятельности на иностранном языке;
- уметь выявлять и формулировать проблемы, возникающие в процессе изучения иностранного языка; оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.

**Владеть:**

- межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- различными коммуникативными стратегиями: учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности; стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений; стратегиями восприятия, анализа, создания устных и письменных текстов разных типов; Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации; компенсаторными умениями, помогающими преодолеть «сбои» в коммуникации, вызванные объективными и субъективными, социокультурными причинами;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- навыками эффективного взаимодействия с другими участниками коммуникации;
- презентационными технологиями для сообщения информации;
- технологиями командных коммуникаций, позволяющими достигать поставленной задачи
- риторическими техниками;
- различными видами чтения (поисковое, ознакомительное, аналитическое) с целью извлечения информации;
- методом поиска и анализа информации из различных источников в профессиональной области;
- навыками аннотирования и реферирования оригинальных научно-публицистических статей;
- приемами оценки и самооценки результатов деятельности по изучению иностранного языка

- приемами выявления и осознания своих языковых возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования;
- умением понимать речь носителей и не носителей языка в нормальном темпе и адекватно реагировать с учетом культурных норм международного общения;
- умением создавать ясные, логичные высказывания монологического и диалогического характера в различных ситуациях бытового и профессионального общения, пользуясь необходимым набором средств коммуникации;
- приемами публичной речи и делового и профессионального дискурса на русском языке.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Тема 1. Наука и образование**

Система образования в России и в родной стране. Мой университет. Система Физтеха. Наука и научные отрасли. Образ современного ученого. Новые направления в науке. Жизнь в поиске. Наука университета. Путь от бакалавра до нобелевского лауреата.

Коммуникативные задачи: Знакомиться, инициировать беседу с незнакомым человеком; сообщать и запрашивать информацию о системе образования в России и в родной стране, о системе занятий в университете, о целях, причинах, возможностях деятельности, а также уточнять, выяснять и объяснять факты и события; выражать и выяснять рациональную оценку (оценивать целесообразность, эффективность, истинность); обобщать информацию и делать выводы; написать отчет по лабораторной работе.

Лексика: Лексико-семантические группы (ЛСГ) «Система образования», «Науки и научные отрасли», «Глаголы мыслительной деятельности (с продуктивными приставкам)»; этикетные формулы приветствия и прощания, начала разговора (средний стилевой регистр); РС знакомства; термины механики.

Грамматика: Род существительных на -ь, несклоняемые существительные, существительные общего рода (он сирота, он умница), употребление существительных мужского рода со значением профессии, должности, звания (Профессор Иванова сделала доклад); число существительного (трудные случаи); падежная система (повторение); пассивные конструкции в научном тексте.

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области ритмики и словесного ударения.

#### **2. Тема 2. Выдающиеся личности науки и культуры**

Великие имена, открытия и достижения (А.С. Пушкин, Н.И. Вавилов, В.И. Вернадский, Н.С. Гумилев и др.). Выдающиеся деятели науки и искусства в родной стране, лауреаты нобелевской премии и их открытия Секреты успеха. Выбор профессии.

Коммуникативные задачи: Инициировать, вступать и поддерживать беседу о человеке, характере, биографических и исторических событиях; высказывать мнение о причинах и возможностях общественного успеха; сообщать и запрашивать информацию о целях,



причинах, возможностях; рассказать и расспросить о жизни и творчестве человека (устная биография, интервью); написать автобиографию, характеристику.

Лексика: ЛСГ «Черты личности», «Сферы культуры», «Глаголы речи (с продуктивными приставками)»; РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения.

Грамматика: родительный падеж существительного в объектном значении (я жду помощи от вас, я не знал этого факта), в субъектном значении после отглагольных существительных (замечания коллег), назначение предмета (книга для чтения), причина действия (деформироваться от нагрева); конструкции научной речи с родительным падежом; выражение определительных отношений (пассивные причастия настоящего и прошедшего времени); выражение временных отношений; числительные порядковые и собирательные (правила склонения и употребления); полные и краткие прилагательные (трудные случаи употребления).

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области произношения русских согласных звуков.

### 3. Тема 3. Язык науки как средство познания и коммуникации

Язык науки как компонент естественнонаучного образования в технических вузах. Жанры научного стиля. Описание характера и свойств. Согласованность науки с ценностями гуманизма и гуманистический вклад науки в общественное развитие. Миссия ученого в современном мире. Научные исследования как вклад в будущее цивилизации.

Коммуникативные задачи: сообщать о научных фактах и явлениях; выражать и выяснять интеллектуальную отношение к факту (намерение, предположение, осведомлённость); конспектировать звучащий аутентичный текст по специальности; изложение (описание).

Лексика: ЛСГ «Глаголы движения»; этикетные формулы приглашения, согласия/отклонения приглашения, поздравления; терминологический аппарат механики.

Грамматика: выражение субъектно-объектных отношений (активные и пассивные конструкции СВ), выражение определительных отношений (активные причастия настоящего и прошедшего времени); существительные с обобщённо-абстрактным значением. Отглагольные существительные.

### 4. Тема 4. Язык науки как симбиоз естественного и искусственного языков

Классификация и сравнение. Структурные особенности языка науки. Согласованность науки с ценностями гуманизма и гуманистический вклад науки в общественное развитие. Ответственное использование науки на благо общества.

Коммуникативные задачи: Приводить и разъяснять классификацию научных явлений, взаимодействие и взаимовлияние элементов и явлений (устно и письменно); составить глоссарий к научной работе; конспект звучащего текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: вводные слова со значением последовательности развития мысли; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (что делится, подразделяется на что, в чём выделяется что, кто разделил что на что, выделил в чём что, что влияет/ воздействует на что и т.п.); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

Фонетика: Отработка фонетического чтения научного текста.

## 5. Тема 5. Студенческая жизнь

Организация учёбы и работы. Свободное время, увлечения. Профессии, карьера.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о профессиях, специфике и условиях работы; расспрашивать, уточнять, дополнять. Выразить согласие/несогласие; выразить и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять).

Лексика: ЛСГ «Профессии», «Карьера»; «Глаголы учебной деятельности с приставками», РС социально-правовой оценки (обвинения и защиты) и моральной оценки (похвала, порицание, осуждение).

Грамматика: Предложный падеж с объектным значением (заботиться о здоровье), времени действия (при подготовке к экзамену). Виды глагола: употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в инфинитиве; употребление глаголов совершенного и несовершенного видов с отрицанием; употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в императиве, в простом и сложном предложении.

Фонетика: отработка выразительного чтения художественного (поэтического) текста.

## 6. Тема 6. Язык моей специальности: основные термины

Язык специальности: основные термины. Логико-речевое доказательство.

Коммуникативные задачи: Сообщать и запрашивать информацию о целях, причинах, возможностях, а также уточнять, выяснять и объяснять факты и события; выразить и выяснять рациональную оценку (оценивать целесообразность, эффективность, истинность); обобщать информацию и делать выводы; написать аннотацию печатного текста по специальности.

Лексика: Многозначность слова (решить задачу – решить проблему; найти ответ – найти себя и т.п.); ЛСГ «Математические термины и символы», «Геометрические фигуры», «Глаголы мыслительной деятельности (с продуктивными приставкам)»; вводные слова со значением последовательности сообщения.

Грамматика: Имя числительное; склонение числительных различных грамматических разрядов; употребление собирательных числительных с существительными; слова «один» и «тысяча» в разных контекстах; аббревиация.

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области произношения сложных и составных числительных.

## 7. Тема 7. Наука и производство

Вузовский и академический сектор науки. Новые технологии в разных областях жизни. Взаимосвязь науки и производства.

Коммуникативные задачи: принимать участие в дискуссии: сообщать и запрашивать информацию о достижениях науки и техники; высказывать мнение; выражать согласие/несогласие; выражать и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание). Написать реферат, эссе-рассуждение, подготовить презентацию к сообщению.

Лексика: ЛСГ «Техника и технологии», «Интеллектуальная сфера» «Нравственные ценности», РС и этикетные формулы, характерные для публичного выступления.

Грамматика: Склонение имён в единственном и множественном числе (обобщение). Выражение временных отношений в простом и сложном предложении. Дееспричастие.

Фонетика: Корректировка фонетического акцента.

## 8. Тема 8. Наука и искусство

Взаимосвязь науки и культуры. Наука и искусство как культурные действия. Искусство высоких технологий. М.В. Ломоносов – учёный, художник, поэт. Композитор и учёный М.И. Глинка. Математик и филолог А.Н. Колмагоров. Скрипка Эйнштейна. Художественная культура России.

Коммуникативные задачи: понимать аутентичный художественный текст (фактическую, концептуальную информацию и подтекст); принимать участие в обсуждении художественного произведения: формулировать тему, идею, аргументированно выражать собственное мнение, запрашивать мнение собеседника; корректно выражать согласие/несогласие; выражать и выяснять интеллектуальную и эмоциональную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание); написать эссе-рассуждение, подготовить презентацию к сообщению.

Лексика: ЛСГ «Этические ценности», «Жанры искусства»; устаревшие слова и неологизмы.

Грамматика: Выражение целевых отношений в простом и сложном предложениях; виды глагола и способы выражение действия (обобщение и систематизация); употребление полных и кратких прилагательных; степени сравнения прилагательных и наречий.

Фонетика: Выразительные возможности русского ударения и интонации.

## 9. Тема 1. Путешествия

Великие путешественники. Посещение различных стран. Новые впечатления и открытия. География путешествий. Туризм и путешествие. Планирование поездки. Транспорт. Гостиницы - бронирование, сервис. Опыт путешествий. Академическая мобильность.

Коммуникативные задачи: выражать интенции согласия, несогласия, затруднения с ответом, равнодушия, сочувствия, поддержки, совета (синонимичными речевыми средствами, уместными в различных ситуациях); выражать и выяснять этическую оценку (одобрение, осуждение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять); сообщать и запрашивать информацию о социальных проблемах, принимать участие в обсуждении; подготовить устное выступление по проблеме; написать эссе (аргументированное рассуждение); составить претензию.

Лексика: ЛСГ «Страна», «Город», глаголы со значением развития; РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения, формулы вежливости; ФЕ со значением «Расстояние», «Время», «Качество», «Количество».

Грамматика: Глагольное управление; глаголы НСВ и СВ (обобщение); активное причастие.

Фонетика: тема-рема-ическое членение речи, отработка интонационного рисунка.

## 10. Тема 2. Социальная жизнь и социальные ценности

Быт, услуги, образование, здравоохранение, социальное обеспечение, досуг. Моральные принципы и нормы, духовные ценности, личный жизненный опыт, жизненные установки, интеллектуальные ценности.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о профессиях и увлечениях; расспрашивать, уточнять (интервью); принимать участие в дискуссии; написать отзыва-рекомендации и мини-статьи (научно-популярный стиль).

Лексика: ЛСГ «Социальная жизнь», «Досуг»; фразеология; стилевая дифференциация русской лексики.

Грамматика: Вид глагола (обобщение); употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в инфинитиве; употребление глаголов совершенного и несовершенного видов с отрицанием.

## 11. Тема 3. Семья, дом, отношения

Место проживания, быт, круг общения. Семья и семейные ценности. Семейные традиции.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о деятелях и произведениях искусства, культурных фактах и событиях; описывать архитектурные достопримечательности, здания; выражать и выяснять эмоциональную оценку

(удовольствие/неудовольствие, удивление, равнодушие, восхищение и т.п.); выразить совет, рекомендации; писать неформальное письмо-рекомендации.

Лексика: ЛСГ «Семейные традиции», «Эмоциональное состояние», «Жилье»; РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения.

Грамматика: Винительный падеж существительных в значении времени действия (я обошел парк за час), направления движения (самолет на Москву); глаголы движения с приставками; полные и краткие прилагательные; выражение субъектно-объектных отношений (конструкции с возвратными глаголами, выражающими внутреннее состояние, чувство).

## 12. Тема 4. Здоровье

Здоровый образ жизни. Спорт. Строение тела человека. Болезни. Медикаменты.

Коммуникативные задачи: Инициировать и поддерживать разговор на тему здоровья (в поликлинике, вызов врача на дом, в аптеке, в кабинете врача); выразить интенции утешения, сочувствия, поддержки, удивления, совета; взять интервью; написать изложение со сменой лица повествования; написать объяснительную записку.

Лексика: ЛСГ «Спорт»; «Медицинские специальности»; «Медикаменты»; «Части тела» (повторение и расширение состава ЛСГ); глаголы движения с приставками.

Грамматика: Спряжение глаголов болеть<sup>1</sup> и болеть<sup>2</sup> (она болеет, голова болит); употребление глаголов СВ и НСВ в императиве.

Фонетика: особенности и функции русской интонации: выражение цели высказывания и эмоциональной окраски (совет, просьба, вопрос, удивление).

## 13. Тема 5. Человек и освоение космического пространства

Мечты личные и общечеловеческие. «Космический» человек: идеи, технологии, проекты, опыт, перспективы.

Коммуникативные задачи: инициировать и вести дискуссию; аргументировано выразить свою позицию; выступать публично, подготовить презентацию (слайды); написать проблемное эссе-рассуждение.

Лексика: ЛСГ «Космос: техника и технологии», «Космические тела и объекты»; РС для участия в дискуссии (повторение и расширение лексических единиц); стиливая дифференциации лексики: особенности нейтральной (межстилевой) лексики и фразеологии.

Грамматика: причастие: грамматические категории и образование (повторение на расширенном лексическом материале), употребление, стилистические особенности; обособление причастных оборотов.

## 14. Тема 6. Земля – наш общий дом

Культурное многообразие. Значение русского языка в диалоге культур. Русский язык в межкультурной коммуникации.

Коммуникативные задачи: приглашать, принимать/отклонять приглашение, поздравлять, отвечать на поздравление, запрашивать и сообщать информацию о национальных

праздниках, традициях и обычаях; написать поздравительную открытку; эссе (описание).

Лексика: ЛСГ «Свободное время, увлечения, интересы»; «Праздники, традиции»; «Глаголы движения»; этикетные формулы приглашения, согласия/отклонения приглашения, поздравления.

Грамматика: дательный падеж принадлежности субъекту (памятник Пушкину), регулярности действия (мы ходим в кино по воскресеньям), объекта действия (мы готовимся к Новому году); глаголы движения без приставок; виды глагола (повторение и обобщение основных значений); выражение субъектно-объектных отношений (глаголы с частицей -ся взаимно-возвратного значения).

### 15. Тема 1. Научный прогресс и глобальные проблемы современности

Современная наука и наука будущего. Глобальные проблемы и будущее человечества.

Коммуникативные задачи: принимать участие в дискуссии, аргументировано выразить свою точку зрения, выяснять точку зрения других участников; разными способами выразить интенции согласия, несогласия, одобрения, возражения, эмоциональной оценки, рациональной оценки; написать научно-популярную статью; составить официальное письмо-запрос.

Лексика: вводные слова и конструкции, выражающие отношение к информации; РС (высокий стилевой регистр) для выражения собственного мнения, запроса мнения собеседника; глаголы тратить, глядеть, говорить с разными приставками.

Грамматика: глагол: грамматические категории, трудные случаи употребления (вид, время, спряжение, глагольное управление); стилистическое использование глагола; правописание суффиксов и окончаний глаголов; обособление вводных слов.

### 16. Тема 2. Наука и будущее человечества

Человек в эпоху высоких технологий. Влияние информационных, медицинских, биотехнологий на развитие личности.

Коммуникативные задачи: участвовать в обсуждении проблемы, выразить интенции согласия/ несогласия/возмущения/гнева/одобрения/затруднения с ответом средствами разных языковых регистров; написать эссе-рассуждение; письмо личного характера с заданной целью.

Лексика: ЛСГ «Гаджеты», «Изобретения», глагол тратить, выяснять, глядеть, платить, говорить с различными приставками, синонимический ряд «предел – рубеж – граница – окраина»; «эксперт – советник – консультант», «задача – проблема – трудность».

Грамматика: употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в императиве, в простом и сложном предложении; выражение временных отношений в простом и сложном предложениях; употребление предлогов книжных стилей (в связи, согласно, в течение и т.п.).

### 17. Тема 3. Технологии в экономике, образовании и культуре

Современные образовательные технологии, бизнес-технологии, дополненная реальность.

Коммуникативные задачи: выражать интенции согласия, несогласия, пожелания, благодарности, радости, сожаления; формулировать основную мысль, ключевой вопрос, проблему текста, сообщения; аргументировать и иллюстрировать примерами свою точку зрения; выяснять и уточнять позицию собеседника; делать монологическое научно-учебное сообщение с опорой на тезисный план; написать дружеское письмо рекомендательного характера, докладную записку.

Лексика: ЛСГ «Глаголы со значением эмоциональной оценки», «Сферы общественной жизни», «Социальные группы и роли», «СМИ»; глаголы «жить», «учить», «давать», «брать» с разными приставками; РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения (активизация изученной ранее лексики и расширение состава ЛСГ).

Грамматика: Категория одушевлённости-неодушевлённости существительных; имена собственные и нарицательные; субстантивация; трудные случаи склонения существительных и местоимений; причастия (настоящего, прошедшего времени, пассивные, активные, полные, краткие).

#### 18. Тема 4. Язык моей специальности

Терминологический глоссарий. Роль русского языка в моей будущей профессии.

Коммуникативные задачи: Формулировать определение научного понятия; давать толкование научному факту; составить глоссарий к научной работе; конспект печатного текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: вводные слова и выражения со значением степени уверенности в сообщаемой информации; общенаучная лексика и фразеология; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Выражение определительных и субъект-объектных отношений в научном тексте (полные и краткие причастия, конструкции со словом который, пассивные конструкции); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

#### 19. Тема 5. Наука и государство: взаимодействие, государственная поддержка исследований

Наука – важнейший институт современного государства. Государственная поддержка исследований, специалистов, работающих на предприятиях, которые реализуют инновационные, внедренческие проекты. Национальные приоритеты государства в сфере научно-технологического развития. Интеграции научно-образовательных организаций и технологических

компаний. Коммерциализация науки. Задачи государства как управляющего активами в науке. Новые формы организации науки.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о государственных деятелях, исторических событиях; выражать и выяснять этическую оценку (одобрение, осуждение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять); написать эссе (аргументированное рассуждение); подготовить устное выступление полемического характера.

Лексика: ЛСГ «Государственное устройство», глаголы со значением развития; РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения, формулы вежливости; название общенаучных методов (классификация, анализ, синтез, сопоставление и т.п.).

Грамматика: местоимение (разряды, грамматические категории, формоизменение); имя числительное (категории, склонение числительных разных классов – повторение, трудные случаи); стилистическое функционирование местоимений и числительных; правописание местоимений и числительных.

## 20. Тема 6. Теория и эксперимент

Теория и эксперимент в методологии научного исследования. Что такое научная теория? Уровни научного познания. Логические и методологические аспекты теоретического знания. Основные модели построения научной теории в классической науке. Основные функции научной теории: описание, объяснение и предсказание. Опытное исследование в классической и современной науке. Проблема интерпретации эксперимента.

Коммуникативные задачи: Формулировать определение научного понятия; давать толкование научному факту; составить глоссарий к научной работе; конспект печатного текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: вводные слова и выражения со значением степени уверенности в сообщаемой информации; общенаучная лексика и фразеология; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Выражение определительных и субъект-объектных отношений в научном тексте (полные и краткие причастия, конструкции со словом *который*, пассивные конструкции); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

## 21. Тема 7. Методы, способы, верификация

Научные методы, способы сбора данных, верификация научных исследований.

Коммуникативные задачи: Описывать методы, приёмы, инструменты и ход эксперимента/анализа/разработки программы; делать выводы; написать заключение научной работы; составить глоссарий к научной работе; конспект звучащего текста по специальности; давать развёрнутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: общенаучная лексика и фразеология для описания методов, инструмента и хода исследования; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Активные и пассивные конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (изучать явление – явление изучается, исследовать проблему – проблема исследуется, проводить эксперимент – эксперимент проводится и т.п.); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

## 22. Тема 8. Мое научное исследование

Тема исследования, гипотеза, актуальность, новизна, практическая значимость.



Коммуникативные задачи: обосновывать актуальность, социальную значимость научной проблемы, новизну, историю изучения; написать введение к научной работе; составить глоссарий к научной работе; конспект звучащего текста по специальности; давать развернутый монологический ответ и делать презентацию по научной теме (вопрос по выбору по профилирующему предмету).

Лексика: общенаучная лексика и фразеология; терминологический аппарат в соответствии с изучаемым разделом профилирующей дисциплины.

Грамматика: Конструкции, выражающие субъектно-объектные отношения (что делится, подразделяется на что, в чём выделяется что, кто разделил что на что, выделил в чём что и т.п.); индивидуальный разбор и отработка грамматических явлений, встречающихся в текстах по специальности и вызывающих затруднения.

### 23. Тема 1. Научный прогресс и глобальные проблемы современности

Экология. Глобализация. Цифровизация и искусственный интеллект. Генная инженерия. Здравоохранение. Пандемии. Духовная деградация.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать основные проблемы и угрозы современного мира, роль науки; делать проблемный полимический доклад, участвовать в обсуждении, задавать проблемные вопросы, аргументировать, приводить примеры, написать научно-популярную статью (публикацию в соцсети) об одной из проблем; комментировать устно и письменно, высказывая своё мнение в корректной и убедительной форме.

Лексика: ЛСГ «Природные объекты и явления», «Компьютерная лексика», «Здоровье, медицина» (расширение и активизация. РС выражения точки зрения.

Грамматика: синтаксические конструкции, используемые в конструкции аргументации; конструкции, выражающие причинно-следственные и уступительные отношения.

### 24. Тема 2. Работа в команде. Деловая коммуникация. Этикет

Принципы работы в команде, в том числе в многонациональной. Командная работа и эффективное сотрудничество, принципиальные отличия. Распределение ролей в команде, проекте. Преимущества и недостатки командной работы. Взаимоотношения в команде. Ответственность при работе в команде. Методы определения «командного духа».

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

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

Лексика: РС выражения точки зрения (активизация и повторение), этикетные формулы в различных ситуациях командного взаимодействия (поддержка, совет, утешение и проч. – расширение и активизация).

Грамматика: активизация и корректировка использования разнообразных грамматических конструкций.

#### 25. Тема 3. Планирование научной деятельности. Тайм-менеджмент

Основные составляющие бизнес плана, маркетинг, операционные расходы, затраты на запуск проекта, прогнозы продаж, продвижение продукта.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обсуждать структуру и содержание бизнес плана, создать маркетинговый план и выполнить подсчеты стоимости проекта, принять участие в дебатах, посвященных эффективности различных методов продвижения продукта.

Лексика: ЛСГ «Время», «Планирование и организация»

Грамматика: активизация и корректировка использования разнообразных грамматических конструкций.

#### 26. Тема 4. Реферативный обзор и цитирование

Обзор научной литературы. Составление библиографии. Виды цитирований.

Коммуникативные задачи: писать реферативный обзор (реферат на основе нескольких источников); цитировать разными способами (парафраз, прямое цитирование, косвенное цитирование).

Лексика: научная лексика и фразеология для ввода цитат.

Грамматика: синтаксис и пунктуация простого предложения: обособления; знаки препинания при прямой речи.

#### 27. Тема 5. Описание экспериментальной (практической) части работы

Описание объекта дипломного исследования. Обоснование выбранной методики работы с практическим материалом. Сбор и анализ данных. Предложения для внедрения на практике. Выводы.

Коммуникативные задачи: описывать методы исследования, инструментарий, этапы и содержание практической части работы.

Лексика: глаголы научно-исследовательской деятельности, научные клише для описания практической части исследовательской работы.

Грамматика: глагольное управление, пассивные конструкции для описания эксперимента; синтаксис и пунктуация сложного предложения: сложносочинённые предложения, бессоюзие.

#### 28. Тема 6. Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Особенности языка и стиля. Введение и заключение дипломной работы. Требования. Правила оформления. Методические рекомендации.

Коммуникативные задачи: формулировать тему, цель, задачи, определять объект и предмет исследования; обосновывать целесообразность, новизну, актуальность, практическую ценность и теоретическую значимость работы; описывать структуру и краткое содержание дипломной работы; делать выводы, описывать результаты работы; выражать интенции в устной речи: благодарность, просьба, уточнение, согласие/несогласие, затруднение с ответом (научная коммуникация); подготовить текст доклада (устного выступления), тезисы доклада, визуальную поддержку (слайды); выступать публично; принимать участие в обсуждении/ научной дискуссии.

Лексика: общенаучная лексика и фразеология (клише), используемые во введении и заключении научной работы; РС для участия в научной дискуссии (выражение своего мнения, выяснение мнения других участников, переспрос, уточнение, благодарность за вопрос/ ответ/ внимание).

Грамматика: пассивные конструкции научного стиля; конструкции с несколькими существительными в родительном падеже; синтаксис и пунктуация простого предложения: тип в простом предложении, предложения с однородными членами использование активных и пассивных конструкций в публичном выступлении; синтаксис и пунктуация сложного предложения: подчинительная связь.

29. Модуль 1. Русский язык для академических целей

30. Модуль 2. Русский язык для общих целей

31. Модуль 3. Русский язык для специальных целей

32. Модуль 4. Русский язык в проектной деятельности

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Семинар по физико-химической биологии**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам наиболее важные представления о фундаментальных основах физико-химической биологии и о современных методах исследования, применяемых в этой области для изучения компонентов живой материи.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний о закономерностях взаимосвязи между структурой и функцией белков, пептидов, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов и других биологически активных соединений;
- формирование базовых знаний о бионанотехнологиях, биоинформационном анализе в биомедицинских исследованиях;
- формирование у студентов основных экспериментальных навыков и приобретение ими практического опыта, необходимого для проведения самостоятельных научных исследований в области физико-химической биологии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные компоненты нуклеиновых кислот и белков;
- физические и химические свойства нуклеиновых кислот и белков;
- методы исследования нуклеиновых кислот и белков;
- основные понятия биоинженерии;
- методы исследования генома, транскриптома и протеома;
- основные понятия белковой и метаболической инженерии.

##### **уметь:**

- пользоваться Интернет и справочной литературой по биологии научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых данных и понятий;
- сравнивать между собой строение, свойства, функции биологических объектов;

- применять основные методы физико-химической биологии в научных исследованиях.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования биологических задач физико-химической биологии;
- навыками теоретического анализа задач геномики, транскриптомики, протеомики и метаболомики, связанных с изучением свойств биологических систем на молекулярном и субклеточном уровнях структурной организации.

**Темы и разделы курса:**

1. Биоинженерия

Основные тенденции развития современной биоинженерии. Генетическая инженерия. Инструменты генетической инженерии. Векторные системы. Методы генетической инженерии. Белковая инженерия. Конструирование рекомбинантных белков. Системы экспрессии рекомбинантных генов. Методы выделения и очистки рекомбинантных белков. Метаболическая инженерия. «Обратная» генетика. Рекомбинационная инженерия.

2. Введение в бионанотехнологию

Особенности биомеханизмов субмикрометрового и молекулярного масштабов. Акустические биосенсоры. Атомно-силовая микроскопия. Оптические биосенсоры. Поверхностный плазмонный резонанс. Биосенсоры на основе измерения полного электрического сопротивления. Миниатюрные электрохимические датчики. Диагностические биосенсоры. Термодинамические потенциалы дисперсных систем. Фазовые переходы в дисперсных системах. Процессы переноса в многофазных дисперсных системах. Дизайн микрофлюидных систем. Методы литографии. Оборудование для микро и нанофабрикации. Технологии чистых помещений. Технологические схемы создания микрофлюидных систем.

3. Введение в протеомику и метаболомику

Протеомика как часть современной системной биологии. Электрофоретический анализ белков. Хроматографический анализ белков. Химико-биологическая масс-спектрометрия. Технологическая база. Практическое применение протеомики. Химико-биологическая масс-спектрометрия. Методы анализа смесей белков и пептидов. Анализ посттрансляционных модификаций белков и пептидов. Метаболомика. Методы и базы данных. Метаболомика в медицине.

4. Методы исследования биополимеров

Растворы биополимеров. Структура белков. Структура нуклеиновых кислот. Методы детектирования одиночных молекул. Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров. Электронная микроскопия. Биологические чипы.

5. Основы биоинформатики

Технологии чтения биологических текстов. Представление геномной информации. Геномное картирование. Сборка геномов de novo. Биоинформатический анализ масс-спектрометрической информации в протеомике. Обработка транскриптомных данных. Визуализация экспериментальных данных в постгеномной биологии. Статистический анализ геномных, протеомных и транскриптомных данных

#### 6. Основы современной молекулярной биологии

Современные представления о строении живой клетки. Репликация ДНК у бактерий. Репликация ДНК у эукариот. Репарация ДНК. Мобильные элементы генома. Регуляция транскрипции у про- и эукариот. Структура и функция рибосом и биосинтез белка. Строение и биологические функции белков и пептидов. Методы исследования в молекулярной биологии.

#### 7. Физические основы биомедицинских технологий

Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Приборы и оборудование. Основные физические принципы МРТ. Биохимически и биофизически ориентированные методы магнитно-резонансной диагностики. Основы рентгеноструктурного анализа. Предмет и методы. Применение рентгеновских лучей. Практические рекомендации.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Системная биология и биоинформатика рака**

#### **Цель дисциплины:**

- приобретение теоретических знаний по биоинформатике, практических навыков анализа данных протеомных и геномных экспериментов для построения системных моделей биологических процессов.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование навыков и опыта анализа данных Омиксных исследований, интерпретации результатов;

- формирование культуры построения алгоритмов обработки биологических и медицинских данных;

- формирование системного взгляда на современные исследования в области системной биологии и трансляционной медицины;

- формирование подхода к организации и проведению системнобиологических исследований, ориентированных на получение большого количества данных.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные алгоритмы и подходы к анализу данных геномных экспериментов;

- основы работы с геномными данным;

- подходы к определению достоверности результатов экспериментов;

- методы моделирования сложных биологических систем;

- основные программные и технические средства анализа в биоинформатике.

##### **уметь:**

- анализировать корректность анализа данных;

- интерпретировать подходы и результаты, полученные в современных работах по молекулярной биологии и медицине;

- составлять схему анализа данных для биомедицинских экспериментов.

**владеть:**

- биоинформатическими подходами к анализу данных.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в биоинформатику

Примеры задач биоинформатики. Основные объекты анализа. Обзор по молекулярной биологии.

2. Родство последовательностей и организмов

Введение в молекулярную эволюцию. Выравнивание последовательностей. Алгоритмы построения моделей генетического родства. BLAST, множественное выравнивание. ENSEMBL, Genome browser. Jalview.

3. Структурная биоинформатика

Структура и организация белков. Методы определения структуры белков. Банки данных по пространственной и функциональной структуре белков. Мутантные киназы в опухолях. Банк данных PDB. Программа PyMol, визуализация и мутирование киназы. Докинг ингибитора в AutoDock Vina.

4. Транскрипционная регуляция

Основные механизмы клеточной регуляции и специализации. Промоторы, транскрипционные факторы. Эпигенетическая регуляция. Строение гена. Открытая рамка считывания. Модели и алгоритмы поиска сигнальных участков ДНК.

5. Трансляция белков

Основные молекулы, участвующие в трансляции. ЭПР, АГ, ПТМ. Жизненный цикл белка, презентация. Форматы разметки генома. Базы данных по транскриптомам. Пример обратной трансляции белка.

6. Пути молекулярных взаимодействий

Типы молекулярных взаимодействий в клетке. Методы анализа графов. Анализ сетей с молекулярными данными различных типов. Базы данных сетей молекулярных взаимодействий. Cytoscape. Решение типовых задач в Cytoscape.

7. Введение в технологии NGS



История секвенирования. Особенности существующих технологий секвенирования.  
Illumina dye sequencing.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Современная молекулярная биология**

#### **Цель дисциплины:**

приобретение теоретических знаний по молекулярной биологии и навыков практического применения ее методов в молекулярной медицине.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области молекулярной биологии клетки, структуры и функций молекул РНК и ДНК, белка, современных методов молекулярного клонирования, использования молекулярно-биологических методов в биомедицине;
- приобретение теоретических знаний в области изучения регуляции экспрессии генов, биосинтеза белка, структуры и функций биополимеров;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области молекулярной биологии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы и процессы функционирования живой клетки;
- строение и функции основных молекул живой клетки: ДНК, РНК и белков;
- современные проблемы молекулярной медицины, решаемые с использованием современных методов молекулярной биологии.

##### **уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных процессов в биологических системах;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач молекулярной биологии клетки;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;

- видеть физическое содержание в задачах молекулярной биологии;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения в биологических экспериментах и правильно оценить степень их достоверности;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования биологического эксперимента;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач молекулярной биологии;
- навыками теоретического анализа задач молекулярной биологии, связанных с изучением свойств биологических систем живой клетки на молекулярном и субклеточном уровнях структурной организации.

**Темы и разделы курса:**

1. История молекулярной биологии. Современные представления о строении живой клетки.

История доказательства генетической функции ДНК. Опыты Эвери, Херши и Чейз. Комплементарные пары оснований Уотсона-Крика. Центральная догма молекулярной биологии и генетический код.

2. Методы исследования в молекулярной биологии

Современные методы исследования в молекулярной биологии. Чтение биологических текстов. Методы изучения взаимодействия ДНК, РНК, белков.

3. Мир РНК и биосинтез белков

Центральная догма молекулярной биологии и генетический код. Основные принципы структуры РНК. Генетические и негенетические функции РНК. Древний мир РНК и происхождение жизни. Структура рибосом. Активация аминокислот и образование аминоацил-тРНК. Эпицикл трансляции и рабочий элонгационный цикл. Бесклеточные системы биосинтеза белка. Кодон-зависимое связывание аминоацил-тРНК в элонгационном цикле. Ложное кодирование и сдвиги рамки считывания на этапе кодон-зависимого связывания аминоацил-тРНК с рибосомой.

Особенности кодирования и включения селеноци-стеина в полипептидную цепь белка в процессе элонгации. Транспептидация. Транслокация. Ошибки транслокации. Рибосома как молекулярная машина. Инициация трансляции. Регуляция трансляции у прокариот. Регуляция трансляции у эукариот. Маскирование – демаскирование мРНК в процессах оогенеза, сперматогенеза и клеточной дифференцировки. Регуляция скорости элонгации. Терминация трансляции. Альтернативные пути новосинтезированного полипептида.

#### 4. Мобильные элементы генома

ДНК-транспозоны в геномах прокариот и эукариот. Подвижные элементы, перемещающиеся с помощью обратной транскрипции (ретроэлементы).

#### 5. Молекула ДНК

История доказательства генетической функции ДНК. Репликация ДНК у бактерий. Репликация ДНК у эукариот. Репликация ДНК и клеточный цикл. Структурно-функциональные элементы хромосом эукариот: теломера и центромера. Репарация ДНК. Общая, или гомологичная рекомбинация. Сайт-специфичная рекомбинация.

ДНК-транспозоны в геномах прокариот и эукариот. Подвижные элементы, перемещающиеся с помощью обратной транскрипции (ретроэлементы). Транскрипция у прокариот. Транскрипция у эукариот. Регуляция транскрипции в развитии эукариот. Гормональная регуляция и сигнальные системы, регулирующие экспрессию генов. Структура хроматина. Хроматин и регуляция активности генов. Механизмы эпигенетической регуляции экспрессии генов.

#### 6. Регуляция транскрипции у прокариот и эукариот

Транскрипция у прокариот. Транскрипция у эукариот. Регуляция транскрипции в развитии эукариот. Гормональная регуляция и сигнальные системы, регулирующие экспрессию генов. Белки – активаторы транскрипции, их доменные структуры.

#### 7. Репарация ДНК

Причины возникновения мутаций. Основные пути репарации повреждений ДНК. Общая, или гомологичная рекомбинация. Сайт-специфичная рекомбинация.

#### 8. Репликация ДНК и бактерий

Регуляция инициации репликации у *E. coli*. Репликативная вилка. Энзимология репликации у прокариот.

#### 9. Репликация ДНК у эукариот

Репликация ДНК и клеточный цикл. Регуляция репликации.

#### 10. Строение и биологические функции белков и пептидов.

Аминокислоты как строительные блоки белковой молекулы. Методы исследования структуры белков. Пептидная связь. Вторичная структура белка. Принцип модульной организации белковой молекулы. Третичная структура белка. Четвертичная структура белка.  $\alpha$ -спиральные белки.

#### 11. Структура и функции белков

Биологические функции белков и пептидов. Аминокислоты как строительные блоки белковой молекулы. Методы исследования структуры белков. Пептидная связь. Вторичная структура белка. Принцип модульной организации белковой молекулы. Третичная структура белка. Четвертичная структура белка.  $\alpha$ -спиральные белки.

Глобины.  $\alpha/\beta$ -Структурные белки.  $\beta$ -Структурные белки. Транскрипционные факторы прокариот. Транскрипционные факторы эукариот. Специфические транскрипционные факторы эукариот. Белки - факторы элонгации. Белки в клеточной сигнализации. Мембранные белки. Полимеризующиеся и транспортные белки цитоскелета. Посттрансляционные модификации белков. Белковый сплайсинг. Лектины. Аминоацил-тРНК-синтетазы. Рибосомные белки. Фибриллярные белки

## 12. Структура и функция рибосом и биосинтез белка

Структура рибосом. Активация аминокислот и образование аминоацил-тРНК. Эпцикл трансляции и рабочий элонгационный цикл. Бесклеточные системы биосинтеза белка. Кодон-зависимое связывание аминоацил-тРНК в элонгационном цикле. Ложное кодирование и сдвиги рамки считывания на этапе кодон-зависимого связывания аминоацил-тРНК с рибосомой.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Статистическая физика**

#### **Цель дисциплины:**

Дать студентам знания, необходимые для описания различных физических явлений в области приложений как классической, так и квантовой статистической физики, и методы построения соответствующих математических моделей. Показать соответствие системы постулатов, положенных в основу статистической физики, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной в области её применимости. Дать навыки, позволяющие понять адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению и определить пределы её применимости.

#### **Задачи дисциплины:**

- Изучение математического аппарата как классической, так и квантовой статистической физики;
- изучение методов решения задач как классической, так и квантовой статистической физики;
- изучение методов описания макроскопических систем частиц и их термодинамических свойств, в том числе систем, взаимодействующих с внешними полями;
- овладение студентами методов классической и квантовой статистической физики для описания свойств различных конкретных физических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Постулаты и принципы как классической, так и квантовой статистической физики, методы описания макроскопических систем частиц различной природы, а также постулаты термодинамики;
- основные уравнения термодинамики и свойства термодинамических потенциалов;
- основные методы математического аппарата систем многих частиц, формализм чисел заполнения (метод вторичного квантования), аппарат статистического усреднения операторов;

- основные методы решения задач как классической, так и квантовой статистической физики, включая анализ термодинамических свойств и поведения макроскопических систем во внешних полях;
- методы и способы описания конденсированного состояния вещества;
- методы описания низкотемпературных свойств сильно взаимодействующих систем.

**уметь:**

- Пользоваться аппаратом якобианов в приложении к термодинамике;
- пользоваться аппаратом теории вероятностей;
- пользоваться аппаратом вероятностных функций распределения;
- решать термодинамические задачи с учетом внешних полей;
- решать задачи о поведении макроскопических систем в заданном внешнем поле;
- применять метод теории среднего поля для решения задач о фазовых переходах второго рода;
- решать задачи про флуктуации термодинамических величин макроскопических систем;
- решать задачи про флуктуации параметра порядка сильно взаимодействующих систем.

**владеть:**

- Основными методами математического аппарата как классической, так и квантовой статистической физики;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных как со свойствами макроскопических систем различной природы, так и с их термодинамическими свойствами.

**Темы и разделы курса:**

1. Принципы термодинамики

Замкнутые системы. Термодинамические величины. Температура. Термодинамическое равновесие. Энтропия. Неравновесная энтропия и второй закон термодинамики. Термодинамические тождества и неравенства. Принцип минимальности термодинамических потенциалов. Термодинамические потенциалы в магнитном поле. Термодинамические флуктуации. Принцип Больцмана.

2. Микроканонический ансамбль

Макроскопические системы. Средние значения. Эргодическая гипотеза. Статистическая независимость и закон больших чисел. Термодинамический предел. Число состояний, плотность числа состояний. Статистическая энтропия Больцмана. Функция распределения и матрица плотности. Уравнение Лиувилля.

### 3. Канонический ансамбль

Распределение Гиббса (канонический ансамбль). Эквивалентность канонического и микроканонического распределений в термодинамическом пределе. Флуктуация энергии в ансамбле Гиббса. Статистическая сумма. Основная формула статистической физики.

### 4. Информационная энтропия

Информационная энтропия Гиббса. О законе возрастания энтропии как потере информации. Теорема Нернста. Представление чисел заполнения. Вторичное квантование бозе- и ферми- газа. Гамильтонианы идеальных газов в представлении чисел заполнения.

### 5. Классический (больцмановский) газ

Больцмановский газ, вычисление его термодинамических величин. Ионизация и диссоциация. Большой канонический ансамбль. Температура вырождения.

### 6. Ферми-газ

Идеальный ферми-газ. Химический потенциал, давление и теплоемкость электронов в металле. Парамагнетизм Паули. Диамагнетизм Ландау. Эффект де Гааза-ван Альфена.

### 7. Бозе-газ

Идеальный бозе-газ. Бозе-конденсация, теплоемкость, уравнение состояния бозе-газа. Концепция квазичастиц. Фотоны и фононы. Химический потенциал, давление и теплоемкость черного излучения и твердого тела

### 8. Ферромагнетизм

Микроскопическая теория ферромагнетизма в приближении самосогласованного поля. Гамильтониан Гейзенберга. Магноны. Закон Блоха.

### 9. Сверхтекучесть

Микроскопическая теория сверхтекучести неидеального бозе-газа. Преобразование Боголюбова. Элементарные возбуждения. Критерий сверхтекучести Ландау.

### 10. Сверхпроводимость

Микроскопическая теория сверхпроводимости неидеального ферми-газа. Гамильтониан БКШ. Неустойчивость Купера. Энергетическая щель. Термодинамика сверхпроводника, скачок теплоемкости.

Теория Гинзбурга-Ландау. Сверхпроводящий ток. Уравнения Лондонов. Эффект Мейсснера. Сверхпроводники I и II рода. Вихри Абрикосова. Верхнее и нижнее критические магнитные поля. Квантование магнитного потока. Эффект Джозефсона.

### 11. Фазовые переходы

Условия равновесия фаз. Химическое равновесие. Формула Саха. Фазовые переходы I и II рода. Изменение симметрии фазы. Параметр порядка.

### 12. Фазовые переходы II рода

Теория фазовых переходов II рода Ландау (теория среднего поля) в применении к



ферромагнетику.

### 13. Флуктуации параметра порядка

Флуктуации параметра порядка и корреляционная длина. Флуктуационная теплоемкость. Критерий применимости теории «среднего поля». Масштабная инвариантность. Критические индексы.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Структура и функция белков и пептидов**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам наиболее важные представления о фундаментальных основах физико-химической биологии и о современных методах исследования, применяемых в этой области для изучения компонентов живой материи.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний о закономерностях взаимосвязи между структурой и функцией белков, пептидов, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов и других биологически активных соединений;
- практическое освоение студентами методов исследования компонентов живой клетки на основе программы лабораторных спецпрактикумов по важнейшим разделам физико-химической биологии;
- формирование у студентов основных экспериментальных навыков и приобретение ими практического опыта, необходимого для проведения самостоятельных научных исследований в области физико-химической биологии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные компоненты и строение белков и пептидов;
- основные функции белков и пептидов.

##### **уметь:**

применять полученные знания в области структуры, биохимии и функции белков и пептидов для решения профессиональных научных задач.

##### **владеть:**

навыками усвоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Аминокислоты - 1

Номенклатура, строение. Генетически кодируемые аминокислоты. Оптическая изомерия - аминокислот. Кислотно-основные свойства.

### 2. Аминокислоты - 2

Химические свойства: реакции amino- и -карбоксильной группы, функциональных групп боковых цепей. Методы синтеза аминокислот.

### 3. Биологическая роль пептидов.

#### Пептиды

Природа пептидной связи. Гомодетные и гетеродетные пептиды, депсипептиды. Линейные и циклические пептиды. Ионофоры.

#### Биологическая роль пептидов

Пептидные гормоны и релизинг-факторы. Нейропептиды. Представление о пептидах нейротрансмиттерах, нейромодуляторах, коннекторах. Энкефалины и эндорфины. Окситоцин и вазопрессин. Гормоны желудочно-кишечного тракта, щитовидной железы, тимуса, тканевые гормоны. Иммуноактивные пептиды. Пептидные токсины и антибиотики. Пептиды как лекарственные средства.

### 4. Деградация белков в клетке. Молекулярные шапероны.

Лизосомный и протеасомный путь протеолитической деградации. Убиквитин и его роль в протеолитической деградации. АТФ-зависимый протеолиз. Строение и механизм работы протеасомы.

### 5. Основные этапы развития химии белка. Биологическая роль белков.

Ферменты. Белки-гормоны. Инсулин, гормон роста. Механизм действия белковых гормонов. Аденилатциклазная система. Защитные белки. Иммуноглобулины. Система комплемента. Медиаторы иммунного ответа: интерфероны, цитокины. Белки системы гемостаза. Двигательные белки. Актмиозиновый комплекс. Белки бактериальной системы подвижности. Структурные белки. Коллаген, кератин, фиброин. Рецепторные белки. Зрительный родопсин, ацетилхолиновый рецептор постсинаптических мембран. Регуляторные белки. Транспортные белки. АТФазы. Цитохром с, гемоглобин, сывороточный альбумин. Белки-токсины микробного и растительного происхождения. Зоотоксины. Белково-пептидные антибиотики. Дефензины. Запасные белки. Казеин, овальбумин, ферритин.

### 6. Первичная структура белков

Общая стратегия определения аминокислотной последовательности. Анализ аминокислотного состава. Определение N- и C-концевых аминокислотных остатков. Фрагментация полипептидной цепи. Ферментативные методы гидролиза. Ограниченный протеолиз. Химические методы расщепления полипептидной цепи по остаткам метионина, триптофана, цистеина и по связям Asn-Gly, Asp-Pro. Последовательная деградация пептидов по методу Эдмана с идентификацией фенилтиогидантоинов и дансиламинокислот. Автоматическое секвенирование белков. Использование масс-спектрометрии для анализа структуры и идентификации белков. Понятие о протеомике. Анализ расположения сульфгидрильных групп и дисульфидных связей. Сложные белки: глико-, липо-, нуклео-, хромо-, фосфо- и металлопротеины.

#### 7. Посттрансляционная модификация белков

Неферментативная посттрансляционная модификация. Ферментативная посттрансляционная модификация с расщеплением полипептидной цепи. Ковалентная посттрансляционная модификация amino- и карбоксильных групп. Метилирование, гидроксильное, введение дополнительной карбоксильной группы, фосфорилирование, гликозилирование, АДФ-рибозилирование, пренилирование, сульфатирование и убиквитинилирование белков. Время жизни белков в клетке.

#### 8. Пространственная структура пептидов и белков.

##### Пространственная структура белков

Понятие о вторичной, третичной и четвертичной структурах. Электронное строение и конфигурация пептидной связи. Углы. Карты Рамачандрана. Типы взаимодействий, определяющие пространственную структуру полипептидов. Связь пространственной структуры белка с аминокислотной последовательностью. Роль молекулярных шаперонов.

Вторичная структура пептидов и белков. -Спираль, 310-спираль, параллельная и антипараллельная -структуры, -изгиб, другие типы регулярных структур полипептидной цепи. Сверхвторичная структура белков. Понятие о доменах.

Третичная структура белков. Использование рентгеноструктурного анализа и ЯМР-спектроскопии для изучения пространственного строения белков. Денатурация и ренатурация.

Четвертичная структура белков. Примеры субъединичных структур. Методы исследования четвертичной структуры.

#### 9. Секвенирование пептидов и белков. Понятие о протеомике.

Секвенирование пептидов и белков. Понятие о протеомике.

#### 10. Сортинг белков в клетке.

Два пути импорта белков. Белки-предшественники (про- и пре-протеины) и зрелые белки. Роль сигнальных пептидов при сортировке белков. Импорт белков в клеточные органеллы: ядро, митохондрии, эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, пероксисомы, хлоропласты. Роль шаперонов и шаперонинов.

#### 11. Ферменты

## Введение в энзимологию

Основные различия ферментативного и химического катализа. Гипотеза Э. Фишера. Понятия о специфичности и эффективности ферментативного катализа. Установление белковой природы ферментов. Открытие рибозимов. Подходы к классификации ферментов: классификация международного биохимического союза (ЕС) и классификация протеолитических ферментов MEROPS.

## Принципы структурной организации ферментов

Основные принципы структурной организации ферментов; уникальность феномена биокатализа; специфичность и эффективность. Особенности строения активных центров ферментов; субстрат-связывающий и каталитические участки активного центра; каталитические остатки и коферменты; подвижность групп активного центра. Межатомные взаимодействия в фермент-субстратных комплексах.

## Основные концепции биокатализа

Представление о способах понижения ферментом активационного барьера химической реакции. Диаграмма зависимости энергии системы от координаты реакции. Концепции биокатализа. Гипотетические концепции напряжения и деформации. Основные положения и характерные черты. Концепция индуцированного соответствия Д. Кошланда. Основные постулаты и понятия, динамическая комплементарность фермента и субстрата, факторы катализа. Концепция стабилизации переходного состояния. Отличие от концепций дестабилизации основного состояния, экспериментальные подтверждения, примеры.

## Ферментативная кинетика

Основные кинетические кривые. Стадии ферментативной реакции. Понятие начальной скорости. Принцип стационарности. Зависимость начальной скорости реакции от концентрации субстрата в кинетике Михаэлиса. Фермент-субстратный комплекс. Форма кинетической кривой. Кинетика Михаэлиса-Ментен. Основное уравнение для начальной скорости реакции. Физический смысл констант. Линеаризация основного уравнения. Практическая значимость. Примеры. Ингибирование. Типы ингибирования. Влияние ингибиторов на форму кинетических кривых. Примеры ковалентных и нековалентных ингибиторов протеиназ. Структурные формулы ингибиторов и принципы ингибирования.

## Молекулярные механизмы ферментативного катализа

Типы катализа протеиназами. Классификация протеиназ по типу катализа и строению активного центра. Молекулярный механизм действия сериновых протеиназ. Понятие о ковалентном типе катализа. Стереохимические особенности отдельных стадий каталитической реакции. Ацилфермент при катализе протеиназами. Строение, получение, реакция транспептидации. Молекулярный механизм действия аспартатных протеиназ. Понятие об общем катализе. Стереохимические особенности стадий каталитической реакции под действием пепсина. Молекулярный механизм действия лизоцима. Стереохимические особенности стадий каталитической реакции под действием лизоцима. Молекулярный механизм действия аспартатаминотрансферазы.

## Ферменты в биотехнологии

Использование высокоспецифичных протеиназ для расщепления химерных белков и пептидов с целью получения биологически активных соединений. Ферментативное

амидирование С-концевых аминокислот в рекомбинантных белках и пептидах. Протеиназы в пептидном синтезе. Получение аспартама.

#### Каталитические антитела

Основные понятия, получение, использование. Формирование активного центра каталитических антител. Создание каталитических антител иммунизацией стабильными аналогами переходных состояний ферментативных реакций. Создание каталитических антител получением антиидиотипических антител к протеиназам.

#### Молекулярное компьютерное моделирование в энзимологии

Теоретические подходы к моделированию фермент-субстратных комплексов. Механические и квантовые молекулярные модели. Расчетное и графическое программное обеспечение. Оценка стереохимической продуктивности фермент-субстратных комплексов. Моделирование по гомологии.

#### 12. Химическая модификация белков

Задачи, решаемые с помощью химической модификации. Специфическая модификация - и -аминогрупп и карбоксильных групп в белках. Модификация остатков гистидина, метионина, тирозина, триптофана, цистеина. Бифункциональные реагенты. Введение флуоресцентных, спиновых и фотоаффинных меток. Методы идентификации модифицированных аминокислотных остатков. Биоспецифическая модификация белков.

#### 13. Химический синтез пептидов

Методы защиты функциональных групп. Создание пептидной связи: методы смешанных ангидридов, активированных эфиров, карбодиимидный и карбоксиангидридный методы конденсации. Проблема рацемизации. Представление о блочном и ступенчатом синтезе пептидов. Твердофазный синтез пептидов. Синтез циклических пептидов.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Медицинская физика и биоинформатика

### Теория вероятностей

#### Цель дисциплины:

освоение основных современных методов теории вероятностей.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в теории вероятностей;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в теории вероятностей;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в теории вероятностей.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы теории вероятностей;
- современные проблемы соответствующих разделов теории вероятностей;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач теории вероятностей.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;

- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в теории вероятностей в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов;
- предметным языком теории вероятностей и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Классическое (комбинаторное) определение вероятности.

Свойства вероятности при таком определении. Простейшие комбинаторные модели. Примеры комбинаторных задач, для решения которых удобно использовать классическое определение вероятности.

2. Геометрические вероятности и их свойства.

Примеры задач, для решения которых удобно использовать геометрические вероятности: задача о встрече, задача о минимальном и максимальном элементах в случайной выборке и пр. Парадокс Бертрана.

3. Условные вероятности, умножение вероятностей, формулы полной вероятности и Байеса.

Независимость событий: попарная независимость, независимость в совокупности, независимость события от группы событий. Схема испытаний Бернулли. Полиномиальная схема. Схема серий.

4. Понятие о случайном блуждании и случайном графе.

Порядковые статистики. Закон больших чисел для схемы Бернулли. Предельная теорема Пуассона для схемы серий. Локальная предельная теорема и интегральная предельная теорема Муавра – Лапласа.

5. Общая вероятностная модель. Аксиоматика Колмогорова.

Случайные величины. Закон распределения, функция распределения и ее свойства. Дискретные и абсолютно непрерывные распределения, плотность распределения. Важнейшие распределения: биномиальное, пуассоновское, геометрическое, гипергеометрическое, равномерное, нормальное, Коши, экспоненциальное



(показательное), гамма-распределение. Интерпретация предельных теорем Пуассона и Муавра – Лапласа в терминах распределений случайных величин.

6. Распределение функций от случайных величин.

Математическое ожидание случайной величины. Линейность математического ожидания. Математическое ожидание функции от случайной величины.

7. Примеры комбинаторных задач, решаемых за счет линейности математического ожидания.

Неравенства Маркова и Чебышёва. Связь между понятием распределения случайной величины и заданием вероятностной меры на прямой.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Теория поля**

#### **Цель дисциплины:**

Дать студентам знания необходимые для описания различных физических явлений в области приложений специальной теории относительности, аналитической механики, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики и методы построения соответствующих математических моделей, показать соответствие системы постулатов, положенных в основу теории относительности и классической электродинамики, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной в области её применимости. Дать навыки, позволяющие понять, как адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению, так и её пределы применимости.

#### **Задачи дисциплины:**

- Изучение математического аппарата специальной теории относительности, аналитической механики, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики;
- изучение методов решения задач теории колебаний;
- изучение методов решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической микроскопической электродинамики;
- изучение методов описания систем заряженных частиц и создаваемых ими электромагнитных полей, в том числе систем взаимодействующих с внешним электромагнитным полем;
- овладение студентами методов релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики для описания свойств различных конкретных физических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Постулаты и принципы специальной теории относительности, аналитической механики, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики, методы описания релятивистских частиц и систем заряженных частиц, а также

электромагнитного поля, создаваемого заряженными частицами и взаимодействующего с ними;

- основные уравнения и свойства электромагнитного поля;
- основные методы математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической электродинамики: трехмерную тензорную алгебру, векторный анализ и аппарат четырехмерных векторов и тензоров;
- основные методы решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической микроскопической электродинамики, включая движение заряженных частиц в электромагнитном поле и создание поля системами заряженных частиц;
- методы и способы описания излучения электромагнитных волн системами заряженных частиц;
- методы описания рассеяния электромагнитных волн заряженными частицами.

**уметь:**

- Пользоваться аппаратом трехмерного векторного анализа;
- пользоваться аппаратом трехмерной тензорной алгебры;
- пользоваться аппаратом теории колебаний;
- пользоваться аппаратом четырехмерных векторов и тензоров;
- решать кинематические задачи с участием релятивистских частиц;
- решать задачи о движении релятивистских заряженных частиц в заданном внешнем электромагнитном поле различной конфигурации;
- применять метод мультипольных моментов для решения задач электростатики и магнитостатики;
- решать задачи про излучение электромагнитных волн системами нерелятивистски движущихся заряженных частиц, используя мультипольные моменты;
- решать задачи про излучение электромагнитных волн релятивистски движущимися заряженными частицами.

**владеть:**

- Основными методами математического аппарата специальной теории относительности, аналитической механики, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных как со свойствами колебательных систем, систем заряженных частиц, взаимодействующих с электромагнитным полем, так и со свойствами самого электромагнитного поля, создаваемого заряженными частицами.

## Темы и разделы курса:

### 1. Задача Кеплера

Сведение задачи двух тел к задаче одного тела. Закон площадей. Разделение переменных в полярных координатах. Теорема вириала и самоподобие потенциала.

### 2. Одномерные малые колебания

Свободные колебания. Вынужденные колебания. Функция Грина для осциллятора. Параметрический резонанс.

### 3. Сложные колебания.

Линеаризация системы. Собственные колебания. Диссипативная функция Релея. Собственные колебания с диссипацией и гироскопическими силами. Нелинейные колебания. Нелинейный резонанс.

### 4. Адиабатические инварианты

Интегрируемые системы. Переменные действие-угол. Адиабатические инварианты.

### 5. Поле как механическая система

Цепочка осцилляторов. Полевое действие в сравнении с механическим. Полевые уравнения Эйлера–Лагранжа. Энергия и импульс поля.

### 6. Описание электромагнитного поля

Кинематика электромагнитного поля. 4-мерная плотность электрического тока. Действие для электромагнитного поля. Вторая пара уравнений Максвелла. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля.

### 7. Волновое уравнение для электромагнитного поля

Уравнения поля через потенциалы. Калибровка Лоренца. Калибровка Кулона. Уравнение Пуассона. Волновое уравнение. Запаздывающие потенциалы и запаздывающая функция Грина.

### 8. Электростатика и магнитостатика

Электростатическая энергия. Проблема точечного заряда. Границы применимости классической электродинамики. Магнитостатическая энергия. Разложение кулоновского потенциала. Мультипольные моменты. Мультипольное разложение потенциала. Мультипольное разложение энергии. Магнитный дипольный момент.

### 9. Свободное электромагнитное поле

4-мерное преобразование Фурье. Решение уравнений свободного электромагнитного поля. Плоская монохроматическая волна. Поляризация. Стоячая монохроматическая волна.

### 10. Собственные колебания электромагнитного поля

Собственные функции оператора Лапласа и собственные колебания. Разложение поля в ящике на осцилляторы. Резонаторы и волноводы.

### 11. Излучение в мультипольном приближении

Волновая зона. Мультипольное приближение для потенциала в волновой зоне. Поля в волновой зоне и поляризация. Интенсивность излучения.

## 12. Реакция излучения и излучение релятивистских частиц

Радиационное трение. Радиационное трение как возмущение. Радиационное трение релятивистских частиц. Интенсивность излучения релятивистских частиц. Преобразование частот и углового распределения. Потенциалы Лиенара–Вихерта.

## 13. Рассеяние

Понятие о сечениях рассеяния и поглощения. Рассеяние и поглощение частиц. Рассеяние и поглощение волн. Постановка задачи рассеяния в электродинамике. Рассеяние на осцилляторе.

Рассеяние и радиационное трение

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Теория функций комплексного переменного**

#### **Цель дисциплины:**

изучение методов и овладение аппаратом анализа функций комплексного переменного для их применения при решении задач математической физики, гидродинамики, аэродинамики и др.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение свойств регулярных функций, разложение регулярных функций в кольце в виде суммы ряда Лорана;
- умение исследовать изолированные особые точки функции и применять теорию вычетов для вычисления интегралов, в том числе и несобственных интегралов от функций действительного переменного;
- владение методом конформных отображений при решении задач уравнений математической физики на плоскости.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- условия Коши-Римана, интегральную теорему Коши, интегральную формулу Коши;
- критерии регулярности функций: теоремы Морера и Вейерштрасса, представление регулярной функции, заданной в кольце, в виде суммы ряда Лорана; типы изолированных особых точек;
- понятие вычета в изолированной особой точке;
- теорему Коши о вычислении интегралов через сумму вычетов;
- понятие регулярной ветви многозначной функции;
- понятие конформного отображения, дробно-линейные функции и функции Жуковского;
- теорему Римана о конформной эквивалентности односвязных областей;
- решение классической задачи Дирихле для уравнения Лапласа на плоскости методом конформных отображений.

**уметь:**

- представлять регулярную функцию, определенную в кольце, в виде суммы ряда Лорана;
- находить и исследовать изолированные особые точки функции;
- применять теорию вычетов для вычисления интегралов, в том числе и несобственных интегралов от функций действительного переменного;
- находить функции, осуществляющие конформные отображения заданных областей;
- применять метод конформных отображений при решении задачи Дирихле для уравнения Лапласа на плоскости.

**владеть:**

- методами комплексного анализа, применяемыми при вычислении интегралов с помощью вычетов;
- методами комплексного анализа, применяемыми при решении задач гидродинамики, аэродинамики, математической физики и др.

**Темы и разделы курса:**

1. Элементарные функции комплексного переменного, их дифференцируемость и интегрируемость по контуру. Условия Коши-Римана. Теорема об обратной функции. Многозначные функции. Главные регулярные ветви функций. Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши.

1.1. Комплексные числа. Расширенная комплексная плоскость. Сфера Римана. Последовательности и ряды. Понятие функции комплексного переменного. Непрерывные функции.

1.2. Дифференцирование по комплексному переменному. Условия Коши--Римана. Понятие функции, регулярной в области. Сопряженные гармонические функции двух переменных.

1.3. Элементарные функции комплексного переменного: степенная, рациональная, показательная и тригонометрическая, их свойства. Теорема об обратной функции (невыврожденный случай). Понятие о многозначной функции и ее регулярных ветвях. Главные регулярные ветви многозначных функций.

1.4. Интегрирование по комплексному переменному. Интегральная теорема Коши для регулярных функций (доказательство для случая кусочно-гладкого контура в односвязной области). Интегральная формула Коши (интеграл Коши). Интеграл типа Коши, его регулярность.

1.5. Первообразная. Достаточное условие существования первообразной. Формула Ньютона--Лейбница. Теорема Морера.

1.6. Приращение аргумента  $z$  вдоль гладкого контура, его интегральное представление и свойства. Приращение аргумента функции  $f(z)$  вдоль непрерывного контура и его свойства.

Общий вид регулярных ветвей многозначных функций и в односвязной области, не содержащей нуля. Условия существования и общий вид регулярных ветвей многозначных функций.

2. Интегральная теорема Коши.

Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши. Интеграл типа Коши. Первообразная.

3. Степенные ряды. Ряд Тейлора для регулярной функции. Ряд Лорана для регулярной функции в кольце.

2.1. Степенные ряды, первая теорема Абеля, радиус и круг сходимости. Разложение в степенной ряд функции, регулярной в круге. Теоремы Вейерштрасса для равномерно сходящихся рядов из регулярных функций.

2.2. Ряд Лорана и его кольцо сходимости. Разложение в ряд Лорана функции, регулярной в кольце, его единственность и неравенство Коши для коэффициентов ряда Лорана. Теорема единственности для регулярных функций.

4. Изолированные особые точки. Вычеты. Вычисление интегралов.

3.1. Изолированные особые точки однозначного характера, их классификация. Определение характера особой точки по главной части ряда Лорана.

3.2. Вычеты. Вычисление интегралов с помощью вычетов. Лемма Жордана.

5. Геометрические принципы регулярных функций. Конформные отображения в расширенной комплексной плоскости.

5.1. Лемма об открытости. Принцип сохранения области. Однолистность и многолистность в малом. Принцип максимума модуля регулярной функции. Принцип максимума и минимума гармонической функции. Лемма Шварца.

5.2. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Понятие конформного отображения в расширенной комплексной области.

5.3. Дробно-линейные функции и их свойства.

5.4. Конформные отображения с помощью элементарных функций. Функция Жуковского и ее свойства. Теорема Римана о конформной эквивалентности односвязных областей и принцип соответствия границ (без доказательства).

5.5. Теорема о стирании разреза. Принцип симметрии при конформных отображениях.



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Технологическое предпринимательство**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование умений и развитие навыков запуска и развития коммерческих проектов по созданию новых технологических продуктов или услуг (навыков технологического предпринимательства) в ходе проектной работы.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых навыков предпринимателя в области высоких технологий;
- обеспечение студентов пониманием основных бизнес-процессов;
- развитие способности к самоорганизации и самообразованию.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- способы поиска и критерии выбора идей для бизнеса;
- инструменты управления проектом;
- основные подходы к разработке MVP и его тестированию;
- принципы формирования команды в стартапе.

##### **уметь:**

- определять/создавать и прогнозировать появление новых возможностей/потребностей путем изучения социального, культурного и экономического контекста;
- определять актуальность различных потребностей;
- выявлять целевую аудиторию и ее потребности;
- проектировать новые продукты/сервисы, а также сценарии их использования;
- проектировать прототип и MVP на основе обратной связи от клиентов;

- формулировать гипотезы о ценностях продукта/сервиса, о каналах и способах продаж;
- быстро и самостоятельно воплощать в жизнь новые идеи и возможности для развития бизнеса;
- доводить воплощение идей в жизнь до результата, несмотря на временные трудности;
- уметь быстро отказаться от продолжения работ над идеей после признания ее бесперспективной;
- анализировать конкурентов и определять параметры, по которым клиенты сравнивают конкурирующие решения;
- определять ресурсы, в том числе финансовые, которые будут необходимы для развития бизнеса.

#### **владеть:**

- методикой проверки бизнес-гипотез высокотехнологичного стартапа;
- навыками работы в команде;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых знаний, умений и навыков;
- формирования идеи/гипотезы;
- работы в команде;
- рефлексии над своими достижениями и ошибками, осознавать их причины;
- владеть инструментами клиентского развития (Customer development);
- оценки клиентского опыта использования продукта/сервиса;
- анализа и оценки рынка;
- исследования целевой аудитории и определения потребности потребителя.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Введение в технологическое предпринимательство

Карьерные траектории людей, которые заинтересовались предпринимательством инновационным и обычным. Почему каждый день появляются возможности для создания новых бизнесов? Статистика успехов и провалов. Почему стартапы проваливаются? Источники идей для бизнесов. Бизнес-модель Canvas. Гипотеза ценности и гипотеза роста. Принцип Lean Startup.

##### 2. Инновационная экосистема, технологические тренды

Инновационная экосистема. Основные участники рынка стартапов – инкубаторы, преакселераторы, акселераторы, венчурные фонды, менторы, трекеры, эксперты, бизнес-ангелы.

### 3. Бизнес идея, бизнес модель и бизнес план

Правила определения перспективности бизнес идеи. Виды бизнес моделей, правила построения устойчивых бизнес моделей. Бизнес план и проектное предложение. Правила построения и критерии применимости.

### 4. Выбор ниши, анализ рынка

Кабинетное исследование: анализ рынка и целевой аудитории. Первая заповедь стартапера. Анализ конкурентов: поиск конкурентов, которые зарабатывают, анализ их предложений, продуктов, каналов продаж. Сравнительная таблица конкурентов.

### 5. Разработка продукта. Product development

Разработка гипотез о проблемах клиентов. Поиск каналов для общения с целевой аудиторией. Анализ решений конкурентов. Основы product development.

### 6. Полевые исследования. Customer development

Customer development. Подготовка к проведению интервью: поиск респондентов, подготовка вопросов на основе гипотез, привлечение респондентов к участию в интервью. Проблемное интервью. Обработка результатов интервью. CJM (customer journey map).

### 7. Ценностное предложение и MVP

Проектирование нового пользовательского опыта. Гипотеза ценности. Концепция продукта. Ценностное предложение. MVP (minimum viable product). Инноваторы и ранние последователи. Тестирование MVP. Интервью про решение. Проверка гипотезы ценности.

### 8. Нематериальные активы и охрана интеллектуальной собственности

Виды нематериальных активов. Сферы применения различных инструментов охраны интеллектуальной собственности. Понятия «формула изобретения (полезной модели)», «приоритет», «уровень техники», «патентный поиск», «патентная чистота».

### 9. Коммерческий НИОКР и пилотный проект для корпоративного клиента

Техника проведения переговоров и формирование партнерств с промышленными компаниями. Отличие заказного НИОКР от пилотного внедрения. Правила расчета стоимости работ и фиксации договоренностей о продолжении работ после завершения пилота/НИОКР.

### 10. Инструменты привлечения финансирования

Источники финансирования проекта: средства бюджета и внебюджетных фондов, государственных институтов развития, компаний, индивидуальных предпринимателей, частных, институциональных и иностранных инвесторов, кредитно-финансовых организаций, научных и образовательных учреждений. Инструменты финансирования: инвестиции бизнес-ангелов и венчурных фондов, гранты, субсидии. Выбор и обоснование источников финансирования инновационного проекта.

### 11. Продажи и маркетинг для стартапа

Привлечение первых пользователей. Каналы продаж и продвижения. Сбор обратной связи от клиентов. Поиск инструментов и каналов для привлечения клиентов. Верификация потребителей. Продажи, как главный двигатель бизнеса. Инструменты личных продаж.

Конструктор УТП. Воронка продаж. Позиционирование. Удержание потребителей и формирование стабильного спроса. Трекшн карта.

## 12. Модель монетизации, бизнес-модели и метрики продукта

Ценообразование. Существующие модели монетизации и как выбрать свою. Существующие бизнес-модели. Рентабельная воспроизводимая масштабируемая бизнес модель. Unit-экономика. Проверка гипотезы масштабирования. P&L. Важнейшие финансовые показатели – NPV, ставка дисконтирования, IRR, срок выхода на самоокупаемость, срок возврата инвестиций. Привлечение инвестиций и оценка стоимости компании.

## 13. Команда проекта и презентация проекта

Основные подходы к формированию команды стартапа. Состав основателей проекта. Принципы привлечения людей в команду. Распределение функций в команде.

Структура презентации проекта: контекст, проблема, сравнение с конкурентами, решение, ценностное предложение, обзор рынка, каналы продвижения, бизнес-модель, экономика продукта и проекта. Питч.

## 14. Формулирование и проверка гипотез

Разработка гипотез о проблемах клиентов и об улучшении ключевых бизнес-метрик. Поиск каналов для общения с целевой аудиторией. Формулирование и тестирование гипотез. HADI-циклы. Интервью про решение. Интервью про проблему. Проверка гипотезы ценности.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Уравнения математической физики**

#### **Цель дисциплины:**

Конечной целью дисциплины «Уравнения математической физики» является формирование базовых компетенций вместе с лежащими в их основе знаниями, умениями и навыками использования стандартного математического аппарата, предназначенного для описания физических процессов, зависящих от двух и большего числа переменных. Как правило, такие процессы описываются дифференциальными уравнениями в частных производных. И хотя в наиболее интересных случаях уравнения оказываются нелинейными, простейший путь к построению теории даже нелинейных уравнений в частных производных второго и более высокого порядка начинается с линеаризации таких уравнений. В связи с тем, что введение в теорию квазилинейных уравнений в частных производных первого порядка вошло в предшествующий курс обыкновенных дифференциальных уравнений, общая цель вводного курса в базовый математический аппарат описания многомерных физических процессов традиционно сводится к изучению методов решения корректно поставленных задач математической физики, сформулированных как задачи с начальными, краевыми и начально-краевыми условиями для линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. При этом уравнения порядка выше второго, как правило, остаются за пределами стандартного вводного курса, невзирая на их важность, например, для механики сплошных сред и теории упругости. Главной целью данного вводного курса является освоение основных классических подходов к решению корректно поставленных задач, используя при этом как аналитические методы решения, дополненные элементами современных методов, так и качественные методы анализа искомых решений, применимые даже тогда, когда аналитический вид самих решений не известен. Решаемые в курсе классическими методами конкретные классические задачи не следует воспринимать чисто утилитарно, как решения неких задач, которые к чему-то можно, а к чему-то и нельзя приложить непосредственно. Основополагающей мотивацией данного курса следует считать введение в классические подходы к классическим задачам математической физики, которые следует воспринимать скорее как наиболее простые и понятные образцы и примеры, на которые можно и нужно ориентироваться исследователю, ставящему и решающему актуальные задачи современной математической физики.

#### **Задачи дисциплины:**

Освоить все этапы решения задачи математической физики по полной схеме:

«классификация задачи – анализ корректности постановки – выбор подходящего аналитического метода решения – решение задачи – анализ найденного решения». Освоить также все этапы анализа задачи математической физики общего вида по неполной схеме:

«классификация задачи – анализ корректности постановки – качественный анализ свойств искомого решения» в случае, когда задача не поддается аналитическому решению в явном виде, что для уравнений в частных производных является скорее общим правилом, чем исключением. На практике такой анализ позволяет быстрее определить правильное направление поиска каких-либо иных средств решения задачи, помимо аналитических, таких, например, как приближенные и численные методы, хотя и основанных на курсе УМФ, но выходящих за его традиционные рамки.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- основные типы дифференциальных уравнений в частных производных;
- определение характеристической поверхности;
- основные краевые задачи для уравнений гиперболического типа, параболического типа, эллиптического типа;
- формулы Даламбера, Пуассона, Кирхгофа решения задачи Коши для волнового уравнения;
- принципы максимума для параболических и эллиптических уравнений;
- метод Фурье построения классических решений начально-краевых задач для уравнения теплопроводности и волнового уравнения;
- основные свойства гармонических функций;
- формулу Пуассона решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа в шаре;
- формулу Пуассона решения задачи Неймана для уравнения Лапласа в шаре.

#### **уметь:**

- определять тип дифференциальных уравнений в частных производных; приводить уравнения 2-го порядка с переменными коэффициентами к каноническому виду;
- решать методом характеристик задачи Коши и Гурса для гиперболического уравнения на плоскости;
- решать смешанные задачи на полуоси для одномерного волнового уравнения;
- решать задачу Коши для волнового уравнения;
- решать задачу Коши для уравнения теплопроводности;
- применять метод Фурье при решении смешанных задач для волнового уравнения и уравнения теплопроводности;
- решать краевые задачи для уравнения Пуассона в круговых и шаровых областях.

**владеть:**

- методами и подходами теории уравнений в частных производных, ориентированными на решение широкого круга прикладных задач в области механики, физики и экономики и др;
- знаниями, умениями и навыками, приобретенными в ходе изучения курса уравнений математической физики, позволяющими корректно формулировать и решать краевые и начально-краевые задачи, возникающие при математическом моделировании реальных процессов в рамках различных областей науки и техники.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Гармонические функции и их свойства.

Гармонические функции. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Потенциалы простого и двойного слоев. Объемный (ньютонов) потенциал. Бесконечная дифференцируемость гармонических функций. Теоремы о среднем. Теорема об устранении особенности. Принцип максимума. Теорема Лиувилля.

## 2. Задача Коши для волнового уравнения.

Волновое уравнение в случае двух и трех пространственных переменных. Плоские характеристики волнового уравнения, световой конус. Постановка задачи Коши. Задача Коши для волнового уравнения. Необходимые условия для существования решения. Закон сохранения энергии и единственность решения задачи Коши. Существование решения задачи Коши в случаях трех пространственных переменных (формула Кирхгофа). Существование решения задачи Коши в случае двух пространственных переменных (формула Пуассона, метод спуска). Непрерывная зависимость решения от начальных функций.

Распространение волн в случае двух и трех пространственных переменных. О диффузии волн в случае двух пространственных переменных.

## 3. Задача Коши для уравнения теплопроводности.

Задача Коши для уравнения теплопроводности. Необходимые условия для существования решения. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности. Единственность решения, ограниченного в каждой характеристической полосе. Класс единственности Тихонова. Решение задачи Коши для однородного уравнения теплопроводности-формула Пуассона. Бесконечная дифференцируемость решения. Принцип максимума. Непрерывная зависимость решения от начальной функции. Отсутствие непрерывной зависимости решения задачи Коши для уравнения «обратной теплопроводности» (пример Адамара).

## 4. Классификация уравнений. Характеристики.

Дифференциальные уравнения в частных производных. Линейные дифференциальные уравнения. Классификация уравнений второго порядка.

Характеристики линейных уравнений второго порядка. Обыкновенное дифференциальное уравнение для характеристик в двумерном случае. Характеристики волнового уравнения.

Волновое уравнение в случае одной пространственной переменной. Постановка задачи Коши (в частности, локализованной задачи), формула Даламбера. Область зависимости решения задачи Коши. Непрерывная зависимость решения от начальных функций. Пример отсутствия непрерывной зависимости в случае уравнения Лапласа (пример Адамара).

5. Метод Фурье решения смешанных задач для волнового уравнения и уравнения теплопроводности.

Смешанная задача для одномерного уравнения теплопроводности на конечном отрезке. Необходимые условия разрешимости задачи (условия гладкости правой части уравнения и начальной и граничных функций и условия их согласования). Принцип максимума и теорема единственности. Теорема о непрерывной зависимости решения от начальной и граничных функций.

Метод Фурье доказательства теоремы о существовании решения.

Смешанная задача для одномерного волнового уравнения на конечном отрезке. Необходимые условия разрешимости задачи (условия гладкости правой части уравнения и начальных и граничных функций и условия их согласования). Теорема единственности и теорема о непрерывной зависимости решения от начальных функций (закон сохранения энергии).

Метод Фурье доказательства теоремы о существовании решения.

6. Области внешнего типа. Краевые задачи для уравнения Лапласа в областях внешнего типа.

Области внешнего типа. Преобразование инверсии и его свойства. Преобразование Кельвина. Регулярность гармонической функции на бесконечности. Принцип максимума для гармонической функции в области внешнего типа.

Задача Дирихле для уравнения Лапласа в области внешнего типа. Необходимые условия разрешимости задачи. Теорема единственности решения. Теорема о непрерывной зависимости решения от граничной функции. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа во внешности шара - формула Пуассона.

7. Решение задачи Дирихле и задачи Неймана для уравнения Лапласа в круге и в шаре.

Задача Дирихле для уравнения Пуассона в ограниченной области. Необходимые условия ее разрешимости. Единственность решения; непрерывная зависимость решения от граничной функции. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в шаре - формула Пуассона.

Задача Неймана для уравнения Пуассона в ограниченной области. Необходимые условия разрешимости. Теорема об общем виде решения задачи. Решение задачи Неймана для уравнения Лапласа в шаре.



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Медицинская физика и биоинформатика

### Физика ДНК

#### Цель дисциплины:

приобретение студентами фундаментальных знаний в области физики ДНК.

#### Задачи дисциплины:

- создание основ знаний в области физики ДНК;
- формирование фундаментальных основ, необходимых для повышения творческого и исследовательского потенциала студентов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные основы физики ДНК;
- современный уровень знаний и проблемы физики ДНК;
- возможности приложения полученных знаний в медицине, фармакологии, биотехнологии и других смежных областях.

##### уметь:

- формулировать и ставить задачу исследования и её поэтапного выполнения;
- владеть техникой поиска и анализа информации, находимой в Интернете;
- представлять полученные результаты исследований в устной и наглядной форме;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации;

□ навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Геометрия и топология КЗ ДНК

Геометрия и топология КЗ ДНК: порядок зацепления, осевая закрутка, райзинг.

#### 2. Дебаевское экранирование и полиэлектролитные свойства ДНК

Дебаевское экранирование и полиэлектролитные свойства ДНК. Конденсация противоионов на двуспиральной и на однонитевой ДНК.

#### 3. Идеальная цепь, свободное блуждание, гауссов клубок

Идеальная цепь, свободное блуждание, гауссов клубок. Среднеквадратичное расстояние между концами цепи в клубке. Энтропийная упругость, высокоэластичность.

#### 4. Изгибная жесткость молекулы ДНК

Изгибная жесткость молекулы ДНК. Персистентная (“червеобразная”) модель. Персистентная длина и куновский сегмент. Влияние ионной силы. Исключенный объем ДНК.

#### 5. Измерение размеров полимерных клубков

Измерение размеров полимерных клубков. Малоугловое упругое рассеяние. Радиус инерции клубка. Вискозиметрия, скорость седиментации. Гидродинамический радиус.

#### 6. Кольцевые замкнутые ДНК

Кольцевые замкнутые ДНК. Сверхспирализация. Топоизомеразы I и II. Число и плотность сверхвитков.

#### 7. Модель Изинга

Модель Изинга. Вычисление статсуммы в матричном представлении. Равновесные параметры состояния как производные от статсуммы.

#### 8. Неканонические структуры ДНК

Неканонические структуры ДНК. Кресты в палиндромах. Z –форма в (GC)<sub>n</sub> –повторах. H-форма в гомопурин-гомопиримидиновых повторах при кислых pH. A-форма. Параллельные двойные спирали ДНК. Триплексы. Квадруплексы. G-квартеты.

#### 9. Объемные взаимодействия

Объемные взаимодействия. Хороший / плохой растворитель, тета-точка. Набухание клубка в хорошем растворителе (по Флори). Теорема Флори об идеальности цепей в расплаве.

#### 10. Определение торсионной жесткости ДНК

Определение торсионной жесткости ДНК с использованием наблюдаемой дисперсии порядка зацепления и расчетной дисперсии райзинга.

## 11. Основные сведения по статистической физике макромолекул

Основные сведения по статистической физике макромолекул. Строение синтетических и природных высокополимеров, происхождение гибкости полимерных молекул.

## 12. Отличие перехода спираль-клубок в линейном полимере от истинных фазовых переходов

Отличие перехода спираль-клубок в линейном полимере от истинных фазовых переходов. Теорема Ландау об одномерных системах.

## 13. Переход спираль-клубок в ДНК

Переход спираль-клубок в ДНК. Устойчивость двойной спирали. Энтальпийно-энтропийная компенсация. Способы наблюдения перехода. Кривая плавления.

## 14. Плавление гетерополимера

Плавление гетерополимера. Дифференциальные кривые плавления и денатурационные карты. Ширина кривой плавления высокомолекулярной ДНК.

## 15. Плавление КЗ ДНК

Плавление КЗ ДНК. Снижение кооперативности диктуется свободной энергией райзинга. Отличие конденсации КЗ ДНК от конденсации линейной ДНК.

## 16. Статистическая термодинамика перехода спираль-клубок в гомополимере

Статистическая термодинамика перехода спираль-клубок в гомополимере: минимизация свободной энергии. Энергия границ, параметр кооперативности. Степень спиральности, средняя длина спирального участка. Длина кооперативности.

## 17. Торсионная жесткость, флуктуации спирального вращения

Торсионная жесткость, флуктуации спирального вращения. «Кривые» ДНК. Аномальная задержка в геле. Статическая и динамическая гибкость ДНК.

## 18. Экспериментальное определение числа сверхвитков

Экспериментальное определение числа сверхвитков: титрование интеркалятором и двумерный электрофорез. Определение свободной энергии сверхспирализации с помощью интеркалятора и из равновесных распределений топоизомеров.

## 19. Эксперименты со «сверхрастяжением» отдельной молекулы ДНК

Эксперименты со «сверхрастяжением» отдельной молекулы ДНК. Растяжение двуспиральной (ds) и однонитевой (ss) ДНК. Теоретические и экспериментальные подтверждения того, что переход в растянутое состояние (B – S) является плавлением (ds-ss), а не ds-ds переходом.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Физико-химические методы исследования биополимеров**

#### **Цель дисциплины:**

освоение и понимание студентами физических и физико-химических основ всех наиболее используемых методов биохимии и молекулярной биологии. Соединение теоретических знаний, полученных на первых трех курсах МФТИ с практическими методиками.

#### **Задачи дисциплины:**

- создание физико-химических основ знаний методов биохимии;
- создание четкого представления о том, на чем основаны методики; которыми они пользуются и каковы границы их применимости;
- формирование фундаментальных основ, необходимых для серьезной экспериментальной работы в области биохимии и молекулярной биологии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные основы методов современной биохимии и молекулярной биологии;
- методики и материалы, используемые в биохимии и биотехнологии;
- возможности приложения полученных знаний в медицине, фармакологии, биотехнологии и других смежных областях.

##### **уметь:**

- формулировать задачу и понимать возможности используемых методов;
- владеть техникой поиска и анализа информации, находимой в Интернете;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач.

**владеть:**

- Основными методами биохимии и молекулярной биологии;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования в молекулярной биологии;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

**Темы и разделы курса:****1. Адсорбционная хроматография**

Адсорбционная хроматография. Носители. Гидроксиллапатит. Пористое стекло, возможности применения пористого стекла для эффективной очистки вирусных частиц.

**2. Аффинная хроматография**

Аффинная хроматография. Общие принципы метода и возможности метода. Типы химической пришивки лигандов при аффинной хроматографии. Различные виды лигандов. Псевдоаффинная хроматография на окрашенных сорбентах. Нанесение материала. Иммуносорбенты, поликлональные и моноклональные антитела. Нанесение материала и элюция с аффинного сорбента. Способы элюции. Хаотропные соли. His-6 хвосты как способ выделения белков.

**3. Биочипы**

Что такое биочипы. Типы биочипов. Для чего применяются.

**4. Введение. Общий подход к выделению биополимеров.**

Критерии хорошего выделения. Масштабы выделения. (Lab. Scale, Pilot scale, Large scale). Методы измерения количества белка в гомогенате. (Специальные субстраты, аффинные лиганды, иммунные методы. Цветные реакции для определения содержания фермента). Химическая и ферментативная чистота ферментов.

**5. Гель-фильтрация как метод разделения макромолекул в растворе**

Принципы метода. Общие характеристики матриц для гель-фильтрации. Возможности метода: от обессоливания до определения молекулярного веса макромолекул. Размеры колонок, скорость элюции, свободный объем.

**6. Изоэлектрофокусирование**

Изоэлектрофокусирование. Принцип метода. Амфолины. Изоэлектрофокусирование в колонке в градиенте сахарозы. ИЭФ в геле. Препаративное ИЭФ в суспензии. Двумерный электрофорез. Метод О'Фаррелла.

**7. Иммунохимические методы**

Иммунохимические методы. Методы, основанные на агглютинации: реакция РПГА, латексы. Применение латексов для обнаружения ревматоидного фактора (РФ). Метод ELISA. Варианты метода ELISA. Новые методы иммунохимии: метод АВИСАР.

#### 8. Иммуноэлектрофорез

Общие принципы метода. Метод двойной радиальной иммунодиффузии Ухтерлони. Иммуноэлектрофорез по Грабар и Уильямс. Метод Лорелла («Ракетный электрофорез»). Двумерный иммуноэлектрофорез по методу Кларка и Фримена. Иммуноблоттинг – «Вестерн блот».

#### 9. Ионообменная хроматография

Ионообменная хроматография. Катионообменники и анионообменники. Химическая природа иногенных групп. Методы нанесения материала. Способы элюции. Градиенты. Колоночная и «бэтч» хроматография. Гидрофобная хроматография. Носители. Элюция.

#### 10. Методы получения экстрактов биологических материалов

Способы разрушения клеток. Основные типы гомогенизаторов. Солюбилизация белков. Методы начальной очистки макромолекул – высаливание, осаждение органическими растворителями, низкоскоростное центрифугирование. Ингибиторы протеаз.

#### 11. Микро- и ультрафильтрация

Микрофильтрация и ультрафильтрация, основные принципы метода. Области применения, размеры отделяемых частиц. Фильтры глубинного и поверхностного задержания. Способы смены буфера: диализ и обессоливание на колонке с сорбентом типа G-50.

#### 12. Общие принципы устройства хроматографической системы высокого давления (HPLC)

Насосы, сорбенты, инжекторное устройство, колонки. FPLC-хроматографическая система. Область применения и особенности.

#### 13. Ультрацентрифугирование

Общие принципы метода. Плавающая плотность частиц. Константа седиментации. Градиенты плотности. Роторы. Область их применения.

#### 14. Электрофез нуклеиновых кислот

Электрофез нуклеиновых кислот. Элюция нуклеиновых кислот из геля. Секвенирование нуклеиновых кислот. Метод Максама и Гильберта. Метод Сэнджера. Метод PCR. Ассиметричный PCR. Real time PCR. Секвенирование с помощью PCR. Саузерн-блот.

#### 15. Электрофорез

Электрофорез. Основные принципы метода. Основные виды электрофореза (в буфере, в протоке, в капилляре, в условиях микрогравитации, в градиенте, в геле). Основные виды гелей: агарозный, полиакриламидный. Получение гелей. Градиентные гели.

#### 16. Электрофорез в ПААГ в присутствии SDS

Электрофорез в ПААГ в присутствии SDS. Разделение белков по молекулярному весу в системе Лэммли. Нанесение образцов. Окрашивание с помощью Кумасси. Окрашивание серебром с помощью AgNO<sub>3</sub>.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Физиология**

#### **Цель дисциплины:**

Курс разделяется на два модуля:

- физиология висцеральных систем
- физиология нервной системы

Цель первого модуля - освоение студентами базовых знаний относящихся к физиологии висцеральных систем. Ознакомление студентов с механизмами нормального функционирования организма, принципами регуляции различных систем организма и с последствиями отклонений в работе систем регуляции (элементы патологической физиологии). Определение круга наиболее актуальных современных физиологических вопросов и задач, в решении которых могут принять активное участие специалисты с фундаментальным образованием в области физики и математики

Цель второго модуля - освоение студентами базовых знаний в области создания физиологии нервной системы, основных фундаментальных понятий, законов и теорий современной нейрофизиологии

#### **Задачи дисциплины:**

Задачами первого модуля являются:

- Ознакомление студентов с основными механизмами функционирования важнейших внутренних систем организма – кровообращения, дыхания, выделения, пищеварения.
- Ознакомление студентов с медицинской терминологией, что должно позволить им эффективно сотрудничать с врачами и работать в медицинских исследовательских лабораториях.
- Подробный анализ механизмов регуляции деятельности внутренних систем организма.
- Анализ математических моделей физиологических процессов.
- Ознакомление студентов с основными методами физиологических исследований и используемой для этого аппаратурой.

- Выработка у студентов способности ориентироваться в оценке количественных связей и закономерностей функционирования организма в норме и при наиболее распространенных видах патологии.
- Критический анализ ряда существующих физиологических и клинических представлений о механизмах возникновения патологических состояний.

Задачами второго модуля являются:

- Обучение студентов основам современных представлений в области законов, теорий и моделей, лежащих в основе современной физиологии нервной системы.
- Овладение нейрофизиологической терминологией.
- Овладение навыками самостоятельной работы и освоения новых разделов физиологии.
- Ознакомление студентов с основными методами нейрофизиологических исследований и используемой для этого аппаратурой.
- Выработка способности ориентироваться в классических и современных постановках фундаментальных и прикладных задач в области нейрофизиологии; оценивать корректность постановок задач и достоверность выводов

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- основные фундаментальные понятия, законы и теории современной нейрофизиологии;
- общие принципы строения нервной системы позвоночных и беспозвоночных;
- историю развития представлений о физиологии человека;
- современные представления о принципах функционирования систем, образующих организм человека;
- основные фундаментальные понятия, законы и теории современной физиологии, общие принципы регуляции функций в организме человека.

#### **уметь:**

- ориентироваться в классических и современных постановках фундаментальных и прикладных задач в области нейрофизиологии;
- оценивать корректность постановок задач;
- ориентироваться в классических и современных постановках фундаментальных и прикладных задач в области физиологии висцеральных систем;
- оценивать корректность постановки предлагаемых к решению задач;



- производить количественные оценки различных параметров, характеризующих функции организма, что должно позволить ставить разумные задачи и отвергать явно нереалистичные утверждения.

**владеть:**

- нейрофизиологической терминологией;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых разделов физиологии;
- основами современных представлений в области законов, теорий и моделей, лежащих в основе современной физиологии нервной системы;
- культурой постановки, анализа и решения фундаментальных и прикладных задач, навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов;
- физиологической и медицинской терминологией;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых разделов физиологии;
- культурой постановки, анализа и решения фундаментальных и прикладных физиологических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Предмет и задачи физиологии.

Физиология, как теоретическая основа медицины. Основные сведения о взаимодействии различных висцеральных систем.

2. Атеросклероз: этиология и патогенез.

Влияние атеросклеротических изменений сосудистой стенки на функционирование и регуляцию системы кровообращения. Связь атеросклеротических изменений сосудистой стенки с величиной напряжения сдвига.

3. Вестибулярный аппарат.

Вестибулярный аппарат. Слух. Строение среднего и внутреннего уха. Восприятие звука

#### 4. Восходящие и нисходящие пути спинного мозга.

Восходящие и нисходящие пути спинного мозга. Общие принципы рефлекторной деятельности спинного мозга. Понятие о рефлекторной дуге. Компоненты рефлекторной дуги. Время реакции. Центральные генераторы паттернов.

#### 5. Введение в эндокринологию. Эндокринные железы.

Введение в эндокринологию. Эндокринные железы. Классификация гормонов. Паракринное действие физиологически активных веществ. Автокоиды. Релизинг-факторы гипоталамуса и гормоны гипофиза (тропные и эффекторные). Механизм обратной связи.

#### 6. Гемоглобин. Группы крови. Холестерол и липидный спектр плазмы крови.

Гемоглобин. Показатель гематокрита. Динамический гематокрит. Содержание гемоглобина в крови. Анемии, виды анемий.

Группы крови. Свертываемость крови (реакция агглютинации). Фибриноген. Тромбоциты и их функция.

Холестерол и липидный спектр плазмы крови. Липопротеиды высокой и низкой плотности. Триглицериды.

## 7. Гормоны коры надпочечников.

Гормоны коры надпочечников: кортизол, кортикостерон, альдостерон. Роль глюкокортикоидов в углеводном обмене и минералкортикоидов в поддержании электролитного баланса. Перmissive действие глюкокортикоидов.

## 8. Дыхание.

Дыхание. Тканевое (клеточное) и внешнее дыхание (вентиляция легких). Функция легких. Трахеобронхиальное дерево, как транспортная система. Анатомическое мертвое пространство (уравнение Бора). Дыхательные движения. Дыхательные объемы. Глубина и частота дыханий. Плевральное давление. Дыхательные мышцы. Механика дыхания.

Газообмен в легких. Легочные шунты. Неоднородность отношения перфузии и вентиляции в различных отделах легких. Роль сурфактанта в стабилизации размера альвеол. Диффузия газов между альвеолами и легочными капиллярами.

## 9. Дыхательный центр и его структура.

Дыхательный центр и его структура. Сосудодвигательные центры. Ретикулярная формация продолговатого мозга.

## 10. Защитные механизмы мозга.

Защитные механизмы мозга. Механическая защита мозга: черепная коробка, позвоночный столб. Ликвор. Понятие о гемэнцефалическом барьере.

## 11. Зрение.

Зрение. Оптическая система глаза. Строение сетчатки. Палочки и колбочки. Цветовое зрение. Зрительные пути, переработка зрительной информации в коре.

## 12. Дыхательная функция крови.

Дыхательная функция крови. Эффект Бора и его физиологическое значение. Карбоангидраза.

Гипоксические состояния, их классификация и компенсаторные механизмы.

13. Катехоламины - гормоны мозгового вещества надпочечников. Половые железы.

Катехоламины - гормоны мозгового вещества надпочечников – адреналин и норадреналин. Связь мозгового вещества надпочечников с вегетативной (симпатической) нервной системой.

Половые железы и роль половых гормонов в формировании первичных и вторичных половых признаков, половом поведении и репродуктивной способности организма. Анδροгены, эстрогены и их связь с концентрацией в плазме пролактина. Анаболическая функция андрогенов и эндотелий-протективное действие эстрогенов. Про- и антиатерогенное действие половых гормонов.

14. Кожная чувствительность, быстро адаптирующиеся и медленно адаптирующиеся рецепторы. Суставные рецепторы

Кожная чувствительность, быстро адаптирующиеся и медленно адаптирующиеся рецепторы. Суставные рецепторы

15. Клубочковая фильтрация.

Канальцевая реабсорбция и секреция. Понятие о клиренсе. Клиренс азотистых соединений (мочевины и креатинина). Поворотный-противоточный механизм. Концентрация мочи.

Регуляция осмотического давления крови. Осморцепторы. Антидиуретический гормон (АДГ). Поддержание кислотно-щелочного равновесия. Гуморальная регуляция функции почек.

#### 16. Кровь.

Состав крови. Физические свойства крови. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Кровь, как ньютоновская и неньютоновская жидкость (области применимости). Осмотическое и коллоидно-осмотическое давление крови. Буферные системы крови. Уравнение Гендерсона-Гессельбаха.

#### 17. Математическое моделирование сосудистой системы.

Математическое моделирование сосудистой системы. Резистивные, емкостные и индуктивные свойства сосудов. Пульсовая волна. Формула Моенса-Кортевега для скорости распространения пульсовой волны. Модель упругого резервуара Франка. Модели с сосредоточенными и распределенными параметрами. Гидравлический импеданс сосудистой сети.

#### 18. Методы анализа стабิโลграмм.

Методы анализа стабิโลграмм.

#### 19. Механизмы обучения и памяти

биохимические, клеточные, сетевые, структурные. Кратковременная и долговременная память. Процедурная и декларативная память. Сенсорное и двигательное обучение. Роль структур мозга в процессах мышления и сознания. Специализация полушарий: речь, восприятие, мимика, действия, память, эмоции, внимание, мышление. Различия на нейронном и структурно-функциональном уровнях. Роль речи в феномене сознания.

20. Механизмы поддержания вертикальной позы. Стабилография

Механизмы поддержания вертикальной позы. Стабилография

21. Миелинизированные и немиелинизированные нервные волокна.

Миелинизированные и немиелинизированные нервные волокна. Сальтационное проведение в миелинизированных волокнах.

22. Молекулярные механизмы мышечного сокращения.

Основные сократительные белки – актин и миозин. Теория скользящих нитей. Кальциевая регуляция сокращения поперечно-полосатой мышцы, тропонин и тропомиозин. Другие типы регуляции мышечного сокращения.

23. Нейробиология и психофизиология сна.

Электроэнцефалограмма, вызванные потенциалы. Биологические ритмы, сон. Нейробиология и психофизиология сна. Гипотезы сна: нейрофизиологическая, нейрогуморальная, иммунная, информационная. Сон как внутреннее торможение. Деафферентационная гипотеза сна. Структуры, ответственные за состояние сна и

бодрствования. Препараты мозга. Системы активации в головном мозге млекопитающих.

Нейробиология и психофизиология сна. Структура сна. ЭЭГ-исследования сна: медленноволновая и быстроволновая стадии. Феноменология сна человека. "Вещества сна": мураamil-пептид, цитокины (интерлейкин-1), простагландины. Гипотезы о роли сновидений. Нарушения сна и бодрствования

#### 24. Нейрон.

Нейрон. Общие сведения об его структуре и функциях. Составные части нейрона: сома, аксон, дендриты, пресинаптическое окончание. Типы нейронов.

#### 25. Метаболическая теория рабочей гиперемии.

Метаболическая теория рабочей гиперемии. Выраженность рабочей гиперемии в различных органах. Координированное вовлечение в процесс рабочей гиперемии сосудов разного калибра и механизмы, определяющие дилатацию сосудов разного уровня.

#### 26. Нервная система человека.

Нервная система человека. Некоторые количественные данные о мозге: размеры и масса мозга, количество клеток. Нервные и глиальные клетки. Белое и серое вещество.



27. Нервно-мышечный синапс, механизм электромеханического сопряжения.

Нервно-мышечный синапс, механизм электромеханического сопряжения. Т-система, саркоплазматический ретикулум

28. Обоняние и вкус.

Обоняние и вкус.

29. Общие принципы рефлекторной деятельности спинного мозга

Общие принципы рефлекторной деятельности спинного мозга. Понятие о рефлекторной дуге. Компоненты рефлекторной дуги. Время реакции.

### 30. Общие принципы строения нервной системы.

Нервные системы беспозвоночных: нервная система типа сети, цепочечная нервная система. Нервная система позвоночных: головной и спинной мозг, спинномозговые и черепномозговые нервы.

### 31. Нервная и гуморальная регуляция пищеварения в желудке и двенадцатиперстной кишке. Всасывание в тонком кишечнике. Моторика желудочно-кишечного тракта.

Нервная и гуморальная регуляция пищеварения в желудке и двенадцатиперстной кишке. Энтеральная нервная система: строение и функция. Гормоны, вырабатываемые стенкой 12-перстной кишки.

Всасывание в тонком кишечнике. Строение кишечной стенки. Пристенное пищеварение. Механизмы транспорта через кишечную стенку. Моторика желудочно-кишечного тракта. Перистальтические движения, сегментация, мультигаустрация. Регуляция тонуса сфинктеров.

### 32. Передний мозг.

Базальные ганглии. Кора больших полушарий. Строение коры, проекционные и ассоциативные зоны. Понятие о соматотопическом предствительстве.

### 33. Особенности кровообращения в малом круге.

Особенности кровообращения в малом круге. Давление в легочной артерии.

### 34. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Основные функции печени.

Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Экзокринная функция поджелудочной железы. Панкреатические ферменты и механизм их активации. Энтерокиназа кишечного сока. Желчная секреция.

Основные функции печени. Организация кровотока в желудочно-кишечном тракте. Детоксицирующая функция печени.

### 35. Пищеварение в желудке.

Пищеварение в желудке. Фазы желудочного пищеварения. Состав желудочного сока. Функция главных и обкладочных клеток. рН желудочного сока в разных отделах желудка. Стимуляторы и ингибиторы желудочной секреции. Моторика пищевода и желудка. Опыты И.П.Павлова. Желудочки по Павлову и по Гайденгайну.

36. Пищеварение. Пищеварение в ротовой полости.

Пищеварение. Анатомия желудочно-кишечного тракта. Отделы ЖКТ, сфинктеры. Закон Кеннона.

Пищеварение в ротовой полости. Механизм глотания. Слюнные железы. Регуляция слюноотделения. Альфа амилаза и всасывание в ротовой полости.

37. Понятие о двигательной единице.

Понятие о двигательной единице. Быстрые и медленные мышечные волокна. Управление силой мышцы путем повышения частоты работающих ДЕ и рекрутирования новых ДЕ. Принцип размера Хеннемана.

38. Понятие о двигательной единице. Быстрые и медленные мышечные волокна.

Понятие о двигательной единице. Быстрые и медленные мышечные волокна. Управление силой мышцы путем повышения частоты работающих ДЕ и рекрутирования новых ДЕ. Принцип размера Хеннемана.

39. Потенциал покоя, локальный ответ, ВПСП и ТПСП.

Потенциал покоя, локальный ответ, ВПСП и ТПСП. Потенциал действия. Кинетика ионных токов во время возбуждения.

40. Потенциалы двигательных единиц, суммарный электрический сигнал мышцы. Электромиография.

Потенциалы двигательных единиц, суммарный электрический сигнал мышцы. Электромиография.

#### 41. Предмет и задачи нейрофизиологии.

Некоторые сведения из истории развития представлений о функциях мозга. Античная наука и ее попытки понять место человека в Природе. Идея рефлекса у Р. Декарта. "Рефлексы головного мозга" Развитие физиологии высшей нервной деятельности в России: научная деятельность И. М. Сеченова и И. П. Павлова.

#### 42. Плазма крови. Форменные элементы крови.

Плазма крови: состав и вязкость. Белки плазмы (альбумины и глобулины) и их функция.

Форменные элементы крови. Эритроциты: физические свойства и функция. Механические характеристики эритроцитарной мембраны. Осмотический гемолиз

#### 43. Продолговатый мозг.

Продолговатый мозг. Его анатомическое строение и связи. Черепно-мозговые нервы, связанные с продолговатым мозгом.

#### 44. Промежуточный мозг.

Промежуточный мозг. Функции таламуса и гипоталамуса. Центральная регуляция: гипоталамус – основной центр регуляции внутренней среды. Вегетативная нервная система: симпатическая и парасимпатическая. Эндокринная система: органы и гормоны. Общий уровень активности, сон, бодрствование.

#### 45. Распределение кровотока между различными органами.

Система кровоснабжения головного мозга. Местные механизмы регуляции кровообращения. Миогенная реакция Бейлисса. Ауторегуляция органного кровотока. Выраженность ауторегуляции в различных органах

#### 46. Распространение потенциала действия.

Распространение потенциала действия. Измерение скорости проведения. Механизм проведения, факторы, определяющие скорость проведения. Аксонный транспорт.

#### 47. Регуляция дыхания

Автоматизм дыхательного центра. Центры вдоха и выдоха. Инспираторные и экспираторные нейроны. Хеморецепторы в сосудистой системе. Рефлекс Геринга-Брейера.

Дыхательный центр. Роль CO<sub>2</sub>. Соотношение между дыхательными эффектами гиперкапнии и гипоксемии. Опыт Фридериксона.

48. Регуляция насосной функции сердца.

Регуляция насосной функции сердца. Гетерометрическая регуляция. Закон Франка-Старлинга. Фракция выброса. Симпатическая и парасимпатическая регуляция функции сердца. Рефлексы Гольца и Данини-Ашнера. Сопряжение моделей сердца с моделями сосудистой сети.

49. Ренин-ангиотензинная система. Влияние альдостерона на электролитный состав плазмы крови.

Ренин-ангиотензинная система. Роль почек в регуляции артериального давления.

Влияние альдостерона на электролитный состав плазмы крови.



50. Рецептивное поле.

Рецептивное поле. Иррадиация возбуждения. Оклюзия, Пространственная и временная суммация. Принцип общего конечного пути (Шеррингтоновская воронка). Кожная чувствительность, быстро адаптирующиеся и медленно адаптирующиеся рецепторы. Суставные рецепторы.

51. Рецептивное поле. Иррадиация возбуждения.

Рецептивное поле. Иррадиация возбуждения. Оклюзия, Пространственная и временная суммация. Принцип общего конечного пути (Шеррингтоновская воронка).

52. Рецепторы мышечных веретен.

Рецепторы мышечных веретен. Роль афферентов мышечных веретен в управлении движениями.

53. Рецепторы мышечных веретен.

Рецепторы мышечных веретен. Роль афферентов мышечных веретен в управлении движениями.

54. Роль венозного отдела сосудистой системы. Обмен жидкости в капиллярах.

Роль венозного отдела сосудистой системы. Влияние венозной недостаточности на функционирование сердечно-сосудистой системы. Венозный возврат крови к сердцу и механизмы, его обеспечивающие.

Обмен жидкости в капиллярах: гипотеза Старлинга.

55. Роль эндотелия в регуляции органного кровотока.

Механочувствительность эндотелия. Производимые эндотелием факторы расслабления и сокращения гладких мышц. Оксид азота. Эндотелиальный гликокаликс и его роль в нормальном функционировании эндотелия.

56. Сенсомоторное взаимодействие в управлении позой и движениями. Использование систем виртуальной реальности в исследовании зрительно-моторного взаимодействия

Сенсомоторное взаимодействие в управлении позой и движениями. Использование систем виртуальной реальности в исследовании зрительно-моторного взаимодействия

57. Сердце.

Сердце. Строение и функция сердца. Проводящая система сердца. Мембранный потенциал клеток проводящей системы. Градиент автоматии. Номотоппные и гетеротоппные водители ритма. Нарушения функционирования проводящей системы. Ревербераторы. Реакция Белоусова-Жаботинского. Сердечный цикл. Длительность различных фаз сердечного цикла.

58. Серое вещество спинного мозга.

Передние и задние рога. Закон Белла-Мажанди. Нейроны спинного мозга: альфа и гамма-мотонейроны, интернейроны.

#### 59. Синаптическая передача.

Синаптическая передача. Химические и электрические синапсы. Механизм работы химического синапса. Медиаторы.

#### 60. Система выделения. Функция почек.

Система выделения. Баланс жидкости в организме. Жидкостный гомеостаз и его количественные характеристики. Объем потребляемой жидкости и пути её выведения. Жидкостные пространства организма.

Функция почек. Структура нефрона. Корковые и юкстамедуллярные нефроны. Роль почек в поддержании жидкостного гомеостаза.

#### 61. Скелетная мышца.

Скелетная мышца. Общее строение скелетной мышцы. Мышечные волокна. Структура саркомера.

62. Сосудистая система I. Ветвящиеся системы.

Сосудистая система I. Анатомическое строение. Принципы построения транспортных систем. Строение системы кровообращения. Ветвящиеся системы. Принципы оптимальности в организации ветвящихся систем. Распределение Ципфа для ветвящихся систем.

63. Сосудистая система II. Физические законы движения крови. Артериальное давление.

Сосудистая система II. Строение сосудистой стенки. Классификация сосудов. Особенности топологической организации системы гладких мышц в медиальном слое сосудов разного калибра.

Физические законы движения крови. Закон Пуазейля. Скорость и напряжение сдвига.

Артериальное давление. Распределение напряжений в нагруженной сосудистой стенке. Трансмуральное давление. Закон Лапласа.

64. Средний мозг.

Средний мозг. Его анатомическое строение и связи. Роль структур среднего мозга в управлении тонусом. Децеребрационная ригидность.

65. Строение коры, проекционные и ассоциативные зоны. Моторная зона коры.

Строение коры, проекционные и ассоциативные зоны. Моторная зона коры.

66. Строение сердечной мышцы. Активные свойства сердца.

Строение сердечной мышцы. Внешняя работа, производимая левым и правым желудочками. Статическая и динамическая модели сердца.

Активные свойства сердца: сократимость, возбудимость, проводимость, рефрактерность.

67. Транскортикальная магнитная стимуляция.

Транскортикальная магнитная стимуляция.

68. Уровни управления движениями.

Уровни управления движениями. Способы регистрации движений человека.

69. Феноменология мышечного сокращения на макроуровне

Феноменология мышечного сокращения на макроуровне. Последовательная упругая компонента. Зависимость силы от длины и силы от скорости. Мышцы с параллельным и перистым ходом волокон

70. Физиология спинного мозга.

Физиология спинного мозга. Классификации нервных волокон позвоночных животных по Эрлангеру-Гассеру и по Ллойд.

71. Функция щитовидной железы. Кальцитонин. Паращитовидные железы.

Функция щитовидной железы. Тиреоидные гормоны (тироксин и трийодтиронин). Гипотиреоз и гипертиреоз. Влияние тиреоидных гормонов на физическое, психическое, половое и интеллектуальное развитие организма. Кальцитонин и его роль в составе костной ткани и концентрации кальция в плазме крови. Паращитовидные железы, их функция. Взаимодействие паратгормона и кальцитонина.

72. Центральная организация восприятия собственного тела. Схема тела.

Центральная организация восприятия собственного тела. Схема тела.

73. Центральная регуляция артериального давления. Роль гуморальных факторов в регуляции кровообращения. Изменения, происходящие в сосудистой системе при оборонительной реакции.

Центральная регуляция артериального давления. Барорецепторы синокаротидных и кардиоаортальной зон. Сосудодвигательный центр. Симпатическая регуляция сосудистого тонуса.

Роль гуморальных факторов в регуляции кровообращения. Адреналин и норадреналин.

Изменения, происходящие в сосудистой системе при оборонительной реакции. Адренорецепторы в системе сосудистых гладких мышц.

74. Центральные генераторы паттернов. Генератор шагания

Центральные генераторы паттернов. Генератор шагания.

75. Эмбриогенез нервной системы.

Эмбриогенез нервной системы. Нервная пластинка, нервная трубка, стадии 3 и 5 мозговых пузырей.

76. Эндокринная функция поджелудочной железы.

Эндокринная функция поджелудочной железы. Островковый аппарат поджелудочной железы. Инсулин и глюкагон. Сахарный диабет. Типы сахарного диабета. Влияние повышенного содержания глюкозы в крови на функционирование сосудистой системы.

77. Стимул и порог.

Стимул и порог. Закон «все или ничего». Понятие о реобазе и хронаксии



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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Физическая культура**

#### **Цель дисциплины:**

Сформировать мировоззренческую систему научно-практических знаний и отношение к физической культуре.

#### **Задачи дисциплины:**

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих воспитательных, образовательных, развивающих и оздоровительных задач:

- понимание социальной роли физической культуры в развитии личности и подготовке ее к профессиональной деятельности;
- знание научно- биологических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое самосовершенствование и самовоспитание, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Материал раздела предусматривает овладение студентами системой научно-практических и специальных знаний, необходимых для понимания природных и социальных процессов функционирования физической культуры общества и личности, умения их адаптивного, творческого использования для личностного и профессионального развития, самосовершенствования, организации здорового стиля жизни при выполнении учебной, профессиональной и социокультурной деятельности. Понимать роль физической культуры в развитии человека и подготовке специалиста.

##### **уметь:**

Использовать физкультурно-спортивную деятельность для повышения своих функциональных и двигательных возможностей, для достижения личных жизненных и профессиональных целей.

## **владеть:**

Системой практических умений и навыков, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, развитие и совершенствование психофизических способностей и качеств (с выполнением установленных нормативов по общей физической и спортивно-технической подготовке).

## **Темы и разделы курса:**

### 1. ОФП (общая физическая подготовка)

Физическая подготовленность человека характеризуется степенью развития основных физических качеств – силы, выносливости, гибкости, быстроты, ловкости и координации.

Идея комплексной подготовки физических способностей людей идет с глубокой древности. Так лучше развиваются основные физические качества человека, не нарушается гармония в деятельности всех систем и органов человека. Так, к примеру, развитие скорости должно происходить в единстве с развитием силы, выносливости, ловкости. Именно такая слаженность и приводит к овладению жизненно необходимыми навыками.

Физические качества и двигательные навыки, полученные в результате физических занятий, могут быть легко перенесены человеком в другие области его деятельности, и способствовать быстрому приспособлению человека к изменяющимся условиям труда быта, что очень важно в современных жизненных условиях.

Между развитием физических качеств и формированием двигательных навыков существует тесная взаимосвязь.

Двигательные качества формируются неравномерно и неодновременно. Наивысшие достижения в силе, быстроте, выносливости достигаются в разном возрасте.

Понятие о силе и силовых качествах.

Люди всегда стремились быть сильными и всегда уважали силу.

Различают максимальную (абсолютную) силу, скоростную силу и силовую выносливость. Максимальная сила зависит от величины поперечного сечения мышцы. Скоростная сила определяется скоростью, с которой может быть выполнено силовое упражнение или силовым приемом. А силовая выносливость определяется по числу повторений силового упражнения до крайней усталости.

Для развития максимальной силы выработан метод максимальных усилий, рассчитанный на развитие мышечной силы за счет повторения с максимальным усилием необходимого упражнения. Для развития скоростной силы необходимо стремиться наращивать скорость выполнения упражнений или при той же скорости прибавлять нагрузку. Одновременно растет и максимальная сила, а на ней, как на платформе, формируется скоростная. Для развития силовой выносливости применяется метод «до отказа», заключающийся в непрерывном упражнении со средним усилием до полной усталости мышц.

Чтобы развить силу, нужно:

### 1. Укрепить мышечные группы всего двигательного аппарата.

2. Развить способности выдерживать различные усилия (динамические, статические и др.)

3. Приобрести умение рационально использовать свою силу.

Для быстрого роста силы необходимо постепенно, но неуклонно увеличивать вес отягощений и быстроту движений с этим весом. Сила особенно эффективно растет не от работы большой суммарной величины, а от кратковременных, но многократно интенсивно выполняемых упражнений. Решающее значение для формирования силы имеют последние попытки, выполняемые на фоне утомления. Для повышения эффективности занятий рекомендуется включать в них вслед за силовыми упражнениями упражнения динамические, способствующие расслаблению мышц и пробуждающие положительные эмоции – игры, плавание и т.п.

Уровень силы характеризует определенное морфофункциональное состояние мышечной системы, обеспечивающей двигательную, корсетную, насосную и обменную функции.

Корсетная функция обеспечивает при определенном мышечном тоне нормальную осанку, а также функции позвоночника и спинного мозга, предупреждая такие распространенные нарушения и заболевания как дефекты осанки, сколиозы, остеохондрозы. Корсетная функция живота играет важную роль в функционировании печени, желудка, кишечника, почек, предупреждая такие заболевания как гастрит, колит, холецистит и др. недостаточный тонус мышц ног ведет к развитию плоскостопия, расширению вен и тромбофлебиту.

Недостаточное количество мышечных волокон, а значит, снижение обменных процессов в мышцах ведет к ожирению, атеросклерозу и другим неинфекционным заболеваниям.

Насосная функция мышц («мышечный насос») состоит в том, что сокращение либо статическое напряжение мышц способствует передвижению венозной крови по направлению к сердцу, что имеет большое значение при обеспечении общего кровотока и лимфотока. «Мышечный насос» развивает силу, превышающую работу сердечной мышцы и обеспечивает наполнение правого желудочка необходимым количеством крови. Кроме того, он играет большую роль в передвижении лимфы и тканевой жидкости, влияя тем самым на процессы восстановления и удаления продуктов обмена. Недостаточная работа «мышечного насоса» способствует развитию воспалительных процессов и образованию тромбов.

Таким образом нормальное состояние мышечной системы является важным и жизненно необходимым условием .

Уровень состояния мышечной системы отражается показателем мышечной силы.

Из этого следует, что для здоровья необходим определенный уровень развития мышц в целом и в каждой основной мышечной группе – мышцах спины, груди, брюшного пресса, ног, рук.

Развитие мышц происходит неравномерно как по возрастным показателям , так и индивидуально. Поэтому не следует форсировать выход на должный уровень у детей 7-11 лет. В возрасте 12-15 лет наблюдается значительное увеличение силы и нормативы силы на порядок возрастают. В возрасте 19-29 лет происходит относительная стабилизация, а в 30-39 лет – тенденция к снижению. При управляемом воспитании силы целесообразно в 16-18 лет выйти на нормативный уровень силы и поддерживать его до 40 лет.

Необходимо помнить, что между уровнем отдельных мышечных групп связь относительно слабая и поэтому нормативы силы должны быть комплексными и относительно простыми при выполнении. Лучшие тесты – это упражнения с преодолением массы собственного тела, когда учитывается не абсолютная сила, а относительная, что позволяет сгладить разницу в абсолютной силе, обусловленную возрастно-половыми и функциональными факторами.

Нормальный уровень силы – необходимый фактор для хорошего здоровья, бытовой, профессиональной трудоспособности.

Дальнейшее повышение уровня силы выше нормативного не влияет на устойчивость к заболеваниям и рост профессиональной трудоспособности, где требуется значительная физическая сила.

Гибкость и методика ее развития.

Под гибкостью понимают способность к тах по амплитуде движениям в суставах. Гибкость - морфофункциональное двигательное качество. Она зависит:

- от строения суставов;
- от эластичности мышц и связочного аппарата;
- от механизмов нервной регуляции тонуса мышц.

Различают активную и пассивную гибкость.

Активная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет собственных мышечных усилий.

Пассивная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет действия внешних сил (партнера, тяжести). Величина пассивной гибкости выше показателей активной гибкости.

В последнее время получает распространение в спортивной литературе термин “специальная гибкость” - способность выполнять движения с большой амплитудой в суставах и направлениях, характерных для избранной спортивной специализации. Под “общей гибкостью”, в таком случае, понимается гибкость в наиболее крупных суставах и в различных направлениях.

Кроме перечисленных внутренних факторов на гибкость влияют и внешние факторы: возраст, пол, телосложение, время суток, утомление, разминка. Показатели гибкости в младших и средних классах (в среднем) выше показателей старшеклассников; наибольший прирост активной гибкости отмечается в средних классах.

Половые различия определяют биологическую гибкость у девочек на 20-30% выше по сравнению с мальчиками. Лучше она сохраняется у женщин и в последующей возрастной периодике.

Время суток также влияет на гибкость, с возрастом это влияние уменьшается. В утренние часы гибкость значительно снижена, лучшие показатели гибкости отмечаются с 12 до 17 часов.

Утомление оказывает существенное и двойственное влияние на гибкость. С одной стороны, к концу работы снижаются показатели силы мышц, в результате чего активная гибкость уменьшается до 11%. С другой стороны, снижение возбуждения силы способствует восстановлению эластичности мышц, ограничивающих амплитуду движения. Тем самым повышается пассивная гибкость, подвижность увеличивается до 14%.

Неблагоприятные температурные условия (низкая температура) отрицательно влияют на все разновидности гибкости. Разогревание мышц в подготовительной части учебно-тренировочного занятия перед выполнением основных упражнений повышает подвижность в суставах.

Мерилом гибкости является амплитуда движений. Для получения точных данных об амплитуде движений используют методы световой регистрации: кино съемку, циклографию, рентгено-телевизионную съемку и др. Амплитуда движений измеряется в угловых градусах или в сантиметрах.

Средства и методы:

Средством развития гибкости являются упражнения на растягивания. Их делят на 2 группы: активные и пассивные. Активные упражнения:

- однофазные и пружинистые (сдвоенные, строенные) наклоны;
- маховые и фиксированные;
- статические упражнения (сохранение неподвижного положения с максимальной амплитудой).

Пассивные упражнения: поза сохраняется за счет внешних сил. Применяя их, достигают наибольших показателей гибкости. Для развития активной гибкости эффективны упражнения на растягивание в динамическом режиме.

Общее методическое требование для развития гибкости - обязательный разогрев (до потоотделения) перед выполнением упражнений на растягивание.

Взаимное сопротивление мышц, окружающих суставы, имеет охранительный эффект. Именно поэтому воспитание гибкости должно с запасом обеспечивать требуемую амплитуду движений и не стремиться к предельно возможной степени. В последнем случае это ведет к травмированию (растяжению суставных связок, привычным вывихам суставов), нарушению правильной осанки.

Мышцы малорастяжимы, поэтому основной метод выполнения упражнений на растягивание - повторный. Разовое выполнение упражнений не эффективно. Многократные выполнения ведут к суммированию следов упражнения и увеличение амплитуды становится заметным. Рекомендуется выполнять упражнения на растягивание сериями по 6-12 раз, увеличивая амплитуду движений от серии к серии. Между сериями целесообразно выполнять упражнения на расслабление.

Серии упражнений выполняются в определенной последовательности:

- для рук;
- для туловища;
- для ног.

Более успешно происходит воспитание гибкости при ежедневных занятиях или 2 раза в день (в виде заданий на дом). Наиболее эффективно комплексное применение упражнений на растягивание в следующем сочетании: 40% упражнений активного характера, 40% упражнений пассивного характера и 20% - статического. Упражнения на растягивание можно включать в любую часть занятий, особенно в интервалах между силовыми и скоростными упражнениями.

В младшем школьном возрасте преимущественно используются упражнения в активном динамическом режиме, в среднем и старшем возрасте - все варианты. Причем, если в младших и средних классах развивается гибкость (развивающий режим), то в старших классах стараются сохранить достигнутый уровень ее развития (поддерживающий режим). Наилучшие показатели гибкости в крупных звеньях тела наблюдаются в возрасте до 13-14 лет.

Заканчивая рассмотрение развития физических качеств в процессе физического воспитания, следует акцентировать внимание на взаимосвязи их развития в школьном возрасте. Так, развитие одного качества способствует росту показателей других физических качеств. Именно эта взаимосвязь обуславливает необходимость комплексного подхода к воспитанию физических качеств у школьников.

Значительные инволюционные изменения наступают в пожилом и старческом возрасте (в связи с изменением состава мышц и ухудшением упруго-эластических свойств мышц и связок). Нужно противодействовать регрессивным изменениям путем использования специальных упражнений с тем, чтобы поддерживать гибкость на уровне, близком к ранее достигнутому.

#### Выносливость.

Выносливость определяет возможность выполнения длительной работы, противостояния утомлению. Выносливость решающим образом определяет успех в таких видах спорта, как лыжи, коньки, плавание, бег, велоспорт, гребля.

В спорте под словом «выносливость» подразумевается способность выполнять интенсивную мышечную работу в условиях недостатка кислорода. Разные люди по-разному справляются со спортивными нагрузками. Кому-то они достаются легко, кому-то с напряжением, так как все зависит от индивидуальной устойчивости человека к кислородной недостаточности.

Кислородная недостаточность возникает при значительной физической нагрузке. Не успевая получить из атмосферного воздуха необходимый кислород, организм спортсмена вырабатывает энергию за счет анаэробных реакций, при этом образуется молочная кислота. Для восстановления нарушенного равновесия и используется получаемый после финиша «кислородный долг». Ученые установили, что, чем выше кислородный долг после предельной работы, тем он обладает большими возможностями работать в бескислородных условиях.

Секрет выносливости – в направленной подготовке организма. Для развития общей выносливости необходимы упражнения средней интенсивности, длительные по времени, выполняемые в равномерном темпе. С прогрессивным возрастанием нагрузки по мере усиления подготовки.

В значительной мере выносливость зависит от деятельности сердечно-сосудистой, дыхательных систем, экономным расходом энергии. Она зависит от запаса энергетического субстрата (мышечного гликогена). Запасы гликогена в скелетных мышцах у нетренированных людей составляет около 1,4%, а у спортсменов – 2,2%. В процессе тренировки на выносливость запасы гликогена значительно увеличиваются. С возрастом выносливость заметно повышается на при этом следует учитывать не только календарный, но и биологический возраст.

Чем выше уровень аэробных возможностей, то есть выносливость, тем лучше показатели артериального давления, холестерина обмена, чувствительности к стрессам. При понижении выносливости повышается риск ишемических болезней сердца, появления злокачественных новообразований.

Ловкость и методы ее воспитания.

Под ловкостью подразумевается способность человека к быстрому овладению новыми движениями или к быстрой перестройке двигательной деятельности в соответствии с требованиями внезапно изменившейся ситуации.

Воспитание ловкости связано с повышением способности к выполнению сложных по координации движений, быстрому переключению от одних двигательных актов к другим и с выработкой умения действовать наиболее целесообразно в соответствии с внезапно изменившимися условиями или задачами (т.е. способность быстро, точно и экономно решать сложную двигательную задачу).

Координирующие способности:

- 1) способность координировать движения при построении действия;
- 2) способность перестроить их для изменения параметров действия или переключение на другое действие при изменении условий.

Ловкость характеризуется координацией и точностью движений. Координация движений - основной компонент ловкости: способность к одновременному и последовательному согласованному сочетанию движений. Она зависит от четкой и соразмерной работой мышц, в которой строго согласованы различные по силе и времени мышечные напряжения.

Некоторые авторы определяют координацию движений по-разному, акцентируя внимание на одной из ее сторон. Н.А. Бернштейн, принимая во внимание внешнюю сторону координации движений, определяет ее как преодоление избыточных ступеней свободы движущегося органа, т.е. превращение его в управляемую систему. Звено тела движется по равнодействующей внутренних, внешних и реактивных сил. Центральная нервная система получает от проприорецепторов движущегося органа информацию об отклонении его траектории от “надлежащей” и вносит соответствующие поправки в эффекторный процесс. Данный принцип координирования он назвал принципом сенсорной коррекции.

Ведущее место принадлежит ЦНС. Создание сложнейших координаций, необходимых для осуществления трудных задач, происходит за счет высокой пластичности нервных процессов, обуславливающих быстрое переключение с одних реакций на другие и создание новых временных связей (Н.В. Зимкин, 1970).

Ловкость в значительной степени зависит от имеющегося двигательного опыта. Владение разнообразными двигательными умениями и навыками положительно сказывается на функциональных возможностях двигательного анализатора. Следовательно, ловкость можно считать проявлением дееспособности функциональных систем управления движением и распределения энергозатрат.

К основным факторам, определяющим ловкость, относятся: деятельность ЦНС, богатство динамических стереотипов, степень развития систем, умение управлять мышечным тонусом, полноценность восприятия собственных движений и окружающей обстановки. Все эти факторы тесно взаимосвязаны.

Ловкость может измеряться временем овладения или выполнения двигательного действия (мин, с), координационной сложностью выполняемого действия (оценка элементов в гимнастике из 8,9 и 10 баллов), точностью выполняемого действия (слалом - количество сбитых флажков, акробатика - высота, группировка, градусы в поворотах, устойчивость в приземлении), результатом (прыжки в высоту с шестом-м, см).

Средства развития ловкости.

Наиболее эффективным средством считают следующие упражнения: гимнастические, акробатические, легкоатлетические, спортивно-игровые, единоборства, горнолыжные. У акробатов и гимнастов высока точность движений, и зависит она от уровня спортивной подготовленности. Эта зависимость проявляется в точности оценки пространственно-временных интервалов и дозирования мышечных усилий. Гимнастические и акробатические упражнения развивают анализаторные системы, повышают вестибулярную устойчивость (особенно ТСО: лопинг, качели, батут, гимнастическое колесо), улучшают координационные возможности занимающихся. Специально подобранные ОРУ на согласование и точность движений особенно эффективны для воспитания координации движений рук.

Тройной прыжок, прыжки с шестом, в длину и высоту способствуют развитию прежде всего координации движений занимающихся. Наиболее эффективным и доступным средством воспитания ловкости у занимающихся являются подвижные и спортивные игры. Они развивают координацию, точность и соразмерность движений, анализаторные системы. В спортивно-игровых упражнениях приобретаются навыки быстрых и эффективных движений в неожиданно сложившейся ситуации.

Упражнения в единоборствах развивают ловкость. Бокс, борьба, фехтование развивают точность и быстроту реакции. Они формируют такие тонкие ощущения, как “чувство дистанции”, “чувство времени”, расширяя тем самым двигательные возможности человека. Варьирование тактических условий в спортивных играх и единоборствах способствует своевременной перестройке двигательной деятельности.

Скоростные спуски, слалом выполняются в непрерывно меняющихся условиях и также способствуют развитию ловкости.

Методика воспитания ловкости.

Общими методическими требованиями в процессе обучения является “новизна” упражнений и постепенное повышение их координационной сложности. Для развития ловкости можно использовать любые новые упражнения или изученные упражнения с элементами новизны. Это обучение новому должно осуществляться постоянно. Простое повторение изученных упражнений не ведет к развитию ловкости, а длительные перерывы



приводят к потере способности обучаться (при длительных перерывах мастера спорта проигрывают I-разрядникам по времени освоения нового элемента). Автоматизация динамического стереотипа аналогична, в известной степени, скоростному барьеру и не способствует развитию ловкости.

Постепенное повышение координационной трудности упражнения может заключаться в повышении требований:

- 1) к точности движений;
- 2) к их взаимной согласованности;
- 3) к внезапности изменения обстановки.

Методические приемы, с помощью которых реализуются общие методические положения:

- выполнение I раз показанных комплексов ОРУ или несложных гимнастических и акробатических элементов;
- выполнение упражнений оригинальным (необычным) способом (выполнение подъема не силой, а махом; преодоление препятствий нетрадиционным способом);
- зеркальное выполнение упражнения (соскок в “чужую” сторону, метание или прыжок “чужой” ногой или толчок “чужой” рукой);
- применение необычных исходных положений (прыжки или бег спиной вперед). Приемы необычных двигательных заданий развивают способность быстро обучаться новым движениям, т.е. “тренируют тренированность ЦНС”;
- изменение скорости или темпа движений;
- изменение пространственных границ (увеличение размеров препятствий или высоты снаряда, уменьшение площадок для игры);
- введение дополнительных движений (опорный прыжок с последующим кувырком или поворотом в воздухе);
- изменение последовательности выполняемых движений (элементов в комбинации);
- комплексирование видов деятельности (ходьба и прыжки, бег и ловля);
- выполнение движений без зрительного анализатора.

Данные методические приемы повышают координационную сложность упражнений. Координация движений зависит от точности движений, устойчивости вестибулярного аппарата, умения расслаблять мышцы.

Точность и соразмерность движений - это способность выполнять их в максимальном соответствии с требуемой формой и содержанием. Они предполагают наличие не только точно согласованной мышечной деятельности, но и тонких кинестезических, зрительных ощущений и хорошей двигательной памяти. Соответствие пространственных параметров действия заданному эталону достигается взаимосвязью пространственной, временной и динамической точности движений в различных двигательных действиях.

Воспитание точности обеспечивается систематическим развивающим воздействием на восприятие и анализ пространственных условий, а одновременно и на управление пространственными параметрами движений.

Рекомендуемые методические приемы и подходы:

- ОРУ на точность движений по командам;
- разметка дистанции, постановка дополнительных ориентиров в прыжках или соскоках;
- метание по цели (на указанное расстояние, в корзину, по мишени);
- прыжки и соскоки на точность приземления (0,5 x 0,5 м);
- бег с различной величиной и частотой шага;
- сочетание контрастных заданий (метание на разные расстояния или предметов разного веса на одно расстояние, удары по воротам с 10 и 20 м);
- улучшение пространственн

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Физическая химия**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с основами физической химии (химической термодинамики и кинетики, коллоидной химии и электрохимии) в сфере наукоемких технологий и их практическая подготовка к дальнейшей самостоятельной работе в области биохимии, физики живых систем, биотехнологии, технологии наноматериалов, наук о материалах.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с предметом, принципами, методами и моделями физической химии;
- приобретение обучающимися теоретических знаний, практических умений и навыков в области исследования химических и электрохимических процессов;
- консультирование, оказание помощи обучающимся при проведении их собственных теоретических и экспериментальных исследований.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы и теории физической химии;
- численные значения констант и порядков физических величин, употребляемых в физической химии;
- принципы расчета равновесного состава многокомпонентных систем и построения фазовых диаграмм;
- условия термодинамического равновесия, в т.ч. фазового, химического, электрохимического, межфазного;
- основные методы физико-химического анализа, калориметрии и измерения термодинамических свойств;
- основы термодинамики гетерогенных электрохимических систем;
- типы, устройство и свойства основных электродов в потенциометрии;
- принципы устройства электрохимических ячеек для потенциометрических, кондуктометрических и электрокапиллярных измерений;

- общие причины образования и стабильности дисперсных систем;
- основные модели описания двойного электрического слоя на границе раздела фаз;
- закономерности адсорбции на межфазных границах, электрокапиллярных явлений;
- основные закономерности электрокинетических явлений;
- основы теории электролитной коагуляции;
- закономерности мицеллообразования в растворах ПАВ;
- законы действующих масс и действующих поверхностей;
- закономерности о гомогенном катализе, ферментативной кинетике, межфазном катализе;
- основные законы кинетики электродных процессов;
- теории активных столкновений, активированного комплекса;
- представления о цепных, радикальных и полимеризационных реакциях.

**уметь:**

- выделять существенные факторы при анализе физико-химических процессов;
- делать выводы из сопоставлений результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки;
- делать качественные выводы в рассматриваемых задачах и проблемах;
- видеть физическую суть химических процессов и явлений в дисперсных системах;
- формулировать физические и математические модели некоторых химических явлений;
- пользоваться справочной литературой для поиска необходимых физико-химических данных и понятий;
- планировать проведение эксперимента;
- оценивать погрешность и степень достоверности измеряемых величин и результатов, полученных при их обработке;
- выявить источники погрешностей выполненных измерений.

**владеть:**

- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- навыками освоения больших объемов информации;
- навыками постановки и анализа физико-химических задач;
- методами экспериментального исследования физико-химических систем;
- методами составления и решения кинетических уравнений для химических систем;

- навыками обработки результатов эксперимента и сопоставления их с теоретическими значениями и справочными данными.

### **Темы и разделы курса:**

1. Термохимия. Температурная зависимость термодинамических функций.

Основные понятия термодинамики. Начала термодинамики. Термодинамические параметры, функции и потенциалы; интегральные и дифференциальные тождества между ними. Соотношения взаимности Максвелла. Уравнения Гиббса–Гельмгольца.

Термохимия. Изменения термодинамических функций в результате реакции. Тепловой эффект реакции. Закон Гесса. Стандартные условия и потенциалы. Цикл Борна–Габер. Энергия химической связи.

Температурная зависимость термодинамических функций. Законы Кирхгофа. Теплоёмкости газов, жидкостей и твердых тел, их связь с количеством степеней свободы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.

2. Фазовые и химические равновесия. Основы термодинамики растворов. Активность. Коллигативные свойства растворов. Фазовые диаграммы.

Химический потенциал, его связь с потенциалом Гиббса. Уравнение Гиббса–Дюгема. Химический потенциал идеального газа и идеального раствора.

Термодинамические и кинетические условия равновесия. Механическое, термическое и химическое равновесие. Изменение энергии Гиббса при протекании химической реакции, изотерма Вант-Гоффа. Определение направления самопроизвольного течения химической реакции.

Константа равновесия и её связь с термодинамическими потенциалами. Уравнение Вант-Гоффа для температурной зависимости константы равновесия.

Химический потенциал, его связь с потенциалом Гиббса. Уравнение Гиббса–Дюгема. Химический потенциал идеального газа и идеального раствора.

Термодинамические и кинетические условия равновесия. Механическое, термическое и химическое равновесие. Изменение энергии Гиббса при протекании химической реакции, изотерма Вант-Гоффа. Определение направления самопроизвольного течения химической реакции.

Константа равновесия и её связь с термодинамическими потенциалами. Уравнение Вант-Гоффа для температурной зависимости константы равновесия.

Фазовые равновесия однокомпонентных систем. Уравнение Клапейро-на-Клаузиуса. Фазовые диаграммы. Тройная и критическая точки. Правило фаз Гиббса.

Влияние кривизны поверхности на давление насыщенного пара и растворимость веществ. Уравнения Кельвина–Томсона и Гиббса–Фрейдлиха–Оствальда. Изотермическая перегонка (перекристаллизация).

Фазовые равновесия двухкомпонентных систем. Эбулио- и криоскопия. Осмос, закон Вант-Гоффа. Закон Рауля. Растворимость газов и твердых тел. Закон Генри. Экстракция, коэффициент распределения.

Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем с газовой фазой. Правило рычага. Конгруэнтность фазового перехода и разделение компонентов. Отклонения от закона Рауля. Азеотропная точка.

Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем с твердой фазой. Уравнение Шрёдера–Ле Шателье. Эвтектическая точка. Регулярные растворы, модель Скотчарда–Гильдебранда.

3. Растворы электролитов: описание растворимости и ионного состава. Кислотно-основные равновесия. Буферные растворы. Теория Дебая-Хюккеля.

Диссоциация и химическое равновесие в растворах электролитов. Константа диссоциации, ионное произведение, произведение растворимости. Закон разведения Оствальда и границы его применимости. pH. Буферные растворы, буферная ёмкость. Уравнение Гендерсона–Гассельбаха и границы его применимости. Кислотно-основное титрование. Диаграммы Пурбэ.

Идеальные и реальные растворы. Активность и коэффициент активности. Зависимость химических потенциалов идеального и реального раствора от их концентрации. Растворы электролитов. Теория Дебая–Хюккеля. Ионная атмосфера, ионная сила, дебаевский радиус. Влияние ионной силы на положение равновесия, солевой эффект.

4. Основные понятия химической кинетики. Формальная кинетика. Приближенные методы химической кинетики.

Прямая и обратная задачи химической кинетики. Основные понятия и задачи формальной кинетики. Классификация реакций.

Закон действующих масс. Константа скорости. Частные и общий порядки реакции и их связь с молекулярностью реакции. Время полупревращения и характеристическое время, время релаксации. Температурное правило Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса. Истинная и эффективная энергия активации.

Особенности кинетического описания односторонних и обратимых реакций.

Лимитирующая стадия. Метод Боденштейна. Квазистационарное и квазиравновесное приближения.

5. Электрохимия. Теория Борна. Электропроводность растворов электролитов. Диффузионный потенциал. Уравнение Нернста. Строение двойного электрического слоя. Уравнение Батлера-Фольмера. Диффузионно-лимитированная кинетика.

Электрохимия гетерогенных систем. Вольта- и гальвани-потенциалы. Разность потенциалов на фазовых границах. Гальванический элемент и электролитическая ячейка. Электродный потенциал и потенциалы окислительно-восстановительных реакций. Запись гальванической цепи, вычисление её ЭДС. Анод и катод в гальванической и электролитической ячейках.

Термодинамика гальванических элементов. Уравнение Нернста. Правило Лютера. Стандартный электродный потенциал. Стандартный водородный электрод. Метод ЭДС для определения коэффициентов активности и произведений растворимости. Электроды I и II рода. Электроды сравнения.

Мембранный потенциал. Стекланный электрод и рН-метрия. Уравнение Никольского.

Модель Борна для расчета теплоты гидратации.

Неравновесные явления в растворах электролитов. Диффузия и миграция ионов. Удельная и эквивалентная электропроводности. Правило Кольрауша. Правило Вальдена–Писаржевского для влияния вязкости на электропроводность. Эстафетный механизм электропроводности ионов  $H^+$  и  $OH^-$ .

Диффузионный потенциал: механизм его возникновения и методы минимизации его вклада в измерительных схемах. Уравнение Гендерсона–Планка.

6. Межфазные явления и основы коллоидной химии. Влияние адсорбции на поверхностное натяжение, изотерма Гиббса. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Стабильность коллоидных систем, коагуляция. Электрокинетические явления.

Термодинамика поверхностных явлений. Физическая и химическая адсорбции. Изотермы адсорбции Генри, Ленгмюра, Брунауэра–Эммета–Теллера. Условия их применимости.

Поверхностное натяжение. Поверхностно активные и инактивные вещества. Классификация ПАВ и принципы их действия. Правило Дюкло–Траубе. Влияние адсорбции на поверхностное натяжение, уравнение изотермы Гиббса. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ (уравнение Шишковского).

Смачиваемость и её зависимость от свойств жидкости, типа и структуры поверхности. Влияние на поверхностное натяжение длины и полярности молекул растворителя. Гидрофобность и гидрофильность, амфифильность и амфифобность (омнифобность). Работа когезии и адгезии, их связь с поверхностным натяжением. Правило Антонова. Краевой угол, уравнение Юнга–Дюпре.

Поверхностная активность. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Правило Дюкло–Траубе и его физический смысл.

Лиофильные дисперсные системы. Условия их образования при диспергировании макрофаз и термодинамическая устойчивость.

Мицеллы ПАВ и их структура в водных растворах и неполярных растворителях. Бислойные структуры: мембраны и пены. Связь молекулярного строения органических ПАВ и их

свойств. Критическая концентрация мицеллообразования и методы её определения. Влияние на ККМ температуры, ионной силы, структуры и размера углеводородного радикала. Температурный предел мицеллообразования, точка Крафта и точка помутнения. Солюбилизация в растворах мицеллообразующих ПАВ Гидрофиль-но-липофильный баланс.

Строение двойного электрического слоя у поверхности частицы лиофобного золь. Электрокинетический  $\zeta$ -потенциал, его определение, типичные значения для устойчивых золь и зависимость от концентрации электролита. Электрокинетические явления. Уравнение Гельмгольца–Смолуховского для скорости электрофоретического переноса. Электрофорез. Электрофоретическая подвижность. Гель-электрофорез.

Процессы переноса в пористых мембранах. Электроосмос, скорость течения при электроосмосе. Диализ. Ионоселективные мембраны: катио-нитные и анионитные. Доннановское равновесие.

7. Катализ. Гомогенный катализ. Ферментативный катализ. Гетерогенный катализ.

Лимитирующая стадия. Метод Боденштейна. Квазистационарное и квазиравновесное приближения.

Гомогенный катализ и ферментативная кинетика. Кинетическая схема Михаэлиса–Ментен. Спряжляющие координаты, их преимущества и недостатки. Влияние эффекторов: ингибирование и активация. Автокатализ.

Гетерогенные реакции. Механизмы Ленгмюра–Хиншельвуда и Илея–Ридела. Закон действующих поверхностей. Гетерогенный (межфазный) катализ. Изотермы ассоциативной и диссоциативной, конкурентной и неконкурентной адсорбции.

8. Теория активных соударений. Основы теории переходного состояния. Влияние среды на скорость химических реакций.

Теории абсолютных скоростей реакций.

Кинетика реакций в газовой фазе. Теория активных столкновений. Фактор соударений и стерический фактор. Вычисление предэкспонент моно-, би- и тримолекулярных гомогенных реакций и реакций на поверхности. Схема Линдемана.

Кинетика реакций в жидкостях. Теория клетки и диффузионная кинетика быстрых реакций. Уравнение Дебая–Смолуховского–Ланжевена. Кинетика конденсации: стадии зародышеобразования и коалесценции. Закон Лифшица–Слёзова.

Теория переходного состояния (активированного комплекса) Эйринга–Поляни. Поверхность потенциальной энергии. Понятие о статистическом описании скорости химической реакции.

Влияние среды на скорость химических реакций. Солевые эффекты в быстрых и медленных реакциях. Формула Дебая–Смолуховского.



Вычисление энергии активации. Теория Маркуса для реакций переноса электрона в растворах. Соотношения Брэнстеда и Семёнова–Поляни.

9. Радикальные реакции. Цепные реакции. Полимеризационные процессы. Термодинамика и кинетика полимеризации.

Радикальные реакции, их классификация. Неразветвленные цепные реакции.

Полимеризационные процессы: радикальная и ионная полимеризации. Гомополимеризация, сополимеризация и поликонденсация. Термодинамика и кинетика полимеризационных процессов. Молекулярно-массовые распределения (ММР) Шульца и Флори.

10. Получение и свойства лиофобных и лиофильных коллоидных систем. Факторы, влияющие на стабильность лиофобных коллоидных систем. Электролитная коагуляция. Кинетика коагуляции.

Лиофобные дисперсные системы и методы их получения: пептизация и конденсация. Агрегативная и седиментационная устойчивость лиофобных коллоидов, факторы их стабилизации и самопроизвольные процессы, приводящие к их разрушению. Эффект Тиндаля. Опалесценция. Расклинивающее давление.

Основы теории коагуляции зольей электролитами (теория ДЛФО). Строение мицеллы лиофобных зольей. Механизмы концентрационной и нейтрализационной коагуляции, зависимость от заряда ионов. Правило Шульце–Гарди для коагулирующей способности ионов. Перезарядка коллоидных частиц под действием электролитов. Зоны устойчивости и коагуляции зольей по концентрации электролита. Правила Дерягина–Ландау, Эйлерса–Корфа, Фаянса–Панета–Гана. Ряды Гофмейстера и их связь с коагуляцией и пептизацией. Кинетика коагуляции, уравнение Смолуховского.

11. Химические равновесия в растворах электролитов: кондуктометрия и потенциометрия. Измерение рН. Титрование.

Диссоциация и химическое равновесие в растворах электролитов. Константа диссоциации, ионное произведение, произведение растворимости. Закон разведения Оствальда и границы его применимости. рН. Буферные растворы, буферная ёмкость. Уравнение Гендерсона–Гассельбаха и границы его применимости. Кислотно-основное титрование.

Мембранный потенциал. Стекланный электрод и рН-метрия. Уравнение Никольского.

Диффузионный потенциал: механизм его возникновения и методы минимизации его вклада в измерительных схемах.

12. Поверхностные явления. Изотермы поверхностного натяжения и адсорбции. Поверхностно-активные вещества. Закономерности мицеллообразования. Методы определения критической концентрации мицеллообразования.

Поверхностная активность. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Правило Дюкло–Траубе и его физический смысл.

Лиофильные дисперсные системы. Условия их образования при диспергировании макрофаз и термодинамическая устойчивость.

Мицеллы ПАВ и их структура в водных растворах и неполярных растворителях. Бислойные структуры: мембраны и пены. Связь молекулярного строения органических ПАВ и их свойств. Критическая концентрация мицеллообразования и методы её определения. Влияние на ККМ температуры, ионной силы, структуры и размера углеводородного радикала. Температурный предел мицеллообразования, точка Крафта и точка помутнения. Солюбилизация в растворах мицеллообразующих ПАВ Гидрофильно-липофильный баланс.

13. Кинетика химических реакций в растворах. Влияние ионной силы раствора на скорость химических реакций

Теория переходного состояния (активированного комплекса) Эйринга–Поляни. Поверхность потенциальной энергии. Понятие о статистическом описании скорости химической реакции.

Влияние среды на скорость химических реакций. Солевые эффекты в кинетике химических реакций. Формула Бренстеда-Бьеррума.

Формула Дебая–Смолуховского.

Спектрометрические методы изучения кинетики химических реакций. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность. Коэффициенты поглощения и экстинкции.

Особенности кинетического описания односторонних и обратимых реакций.

14. Электрохимия: процессы на электродах. Равновесный электродный потенциал. Кинетика электродных процессов. Трёх и четырёхэлектродные электрохимические ячейки. Электроды сравнения.

Поляризуемые и неполяризуемые электроды, их идеальная и реальная вольт-амперная характеристика и применение. Методы изучения ДЭС (адсорбционный, электрокапиллярный, по измерению ёмкости и пр.).

Кинетика электродных процессов. Ток обмена. Уравнения Тафеля и Батлера–Фольмера. Простейшая эквивалентная электрическая схема электрода Эршлера–Рэндлса. Вольт-амперная характеристика диффузионно-лимитированного тока разряда ионов. Предельный диффузионный ток и методы снижения диффузионных ограничений.

Трёхэлектродная схема. Требования к электродам в схеме для измерения: электрокапиллярной кривой, ёмкости и вольт-амперной характеристики электрода. Методы измерения электропроводности растворов на постоянном и переменном токе в двух- и четырёхэлектродных ячейках. Их преимущества, недостатки и области применения. Термокомпенсация.

15. Электрокапиллярные явления. Строение двойного электрического слоя.

Двойной электрический слой и его структура. Различные механизмы его возникновения на фазовых границах. Модельные подходы к описанию двойного электрического слоя:

Гельмгольца–Перрена, Гуи–Чапмена, Штерна. Границы их применимости. Уравнение Грэма.

Адсорбция. Специфическая и неспецифическая адсорбция. Ионообменная адсорбция. Уравнение Гиббса.

Электрокапиллярные явления. Дифференциальная ёмкость двойного электрического слоя и её измерение. Потенциал нулевого заряда, факторы, влияющие на его величину и методы его определения. Уравнение Липпмана. Влияние адсорбции органических веществ и специфической адсорбции ионов на электрокапиллярную кривую. Лиотропные ряды Гофмейстера.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Физические методы исследований**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с основными принципами современных физических методов исследования молекулярных систем и их практическая подготовка к дальнейшей самостоятельной работе в области энергетики, физики живых систем, материаловедении, технологии наноматериалов;
- ознакомление студентов с основными физическими и физико-химическими методами количественных и качественных исследований объектов (веществ, молекулярных систем, материалов, сред, плазмы и др.)

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний и представлений о фундаментальных законах и основных методах исследования физико-химических свойств и структуры сложных веществ, в том числе смесей биологического происхождения, а также овладение методологией основных методов физических исследований физических химических и биологических объектов;
- ознакомление студентов с принципами и подходами современных физических методов исследования молекулярных систем;
- приобретение студентами теоретических знаний, практических умений и навыков в области современных физических методов исследования молекулярных систем;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований различных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- базовую терминологию, относящуюся к физико-химическим методам исследования,
- классификацию физических методов исследования,
- основные понятия и законы, лежащие в основе различных методов,
- основные характеристики измеряемых величин и измерительных систем,
- численные порядки величин, характерные для различных разделов физики, химии, химической физики,

- принципы и методы построения сложных измерительных систем,
- понятия "шум", "помеха", "погрешность измерения", виды шумов и погрешностей, стратегии измерения,
- различные физические распределения,
- технические основы создания измерительных систем в рамках программы дисциплины,
- методы обработки экспериментальных данных,
- методы исследования равновесных и неравновесных систем,
- основные физические методы исследования молекулярных систем, их характеристики.

**уметь:**

- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- использовать статистические методы расчёта термодинамических величин;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- обеспечить и оценить достоверность получаемых результатов;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- планировать оптимальное проведение сложного эксперимента;
- получить наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- выяснить источники погрешностей проведённых измерений и рассчитать погрешность окончательных результатов;
- на этапе измерений, до обработки результатов измерений современными компьютерными методами, от руки быстро и грамотно построить необходимые графики, которые покажут, правильно ли работала аппаратура, разумно ли выбран диапазон измерений и т.п.;
- пользоваться справочной литературой по химической физике научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых физико-химических данных и понятий;
- определять количественные параметры химических реакций, процессов и объектов в зависимости от заданных экспериментальных условий.

**Владеть:**

- навыками самостоятельной работы в лаборатории на сложном экспериментальном оборудовании;
- навыками освоения большого объёма информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- элементарными навыками работы в современной физико-химической лаборатории;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления их с теоретическими и табличными данными.
- основными статистическими методами определения термодинамических величин различных систем для решения задач макроскопической физики ;
- методами составления и решения кинетических уравнений для реагирующих систем.

**Темы и разделы курса:****1. Общие проблемы измерений**

Методы измерений: отклонений, разностный, нулевой. Стратегии измерений: когерентные и случайные выборки, мультиплексирование. Погрешности аналоговых и цифровых измерительных устройств. Систематические и случайные ошибки. Источники ошибок. Помехи, шумы. Характеристики измерительных систем: чувствительность, порог обнаружения, разрешающая способность, динамический диапазон, нелинейность, полоса пропускания. Статистические и спектральные характеристики случайных величин. Функция распределения случайной величины. Преобразование сигналов. Частотный спектр. Преобразование Фурье.

**2. Электрические цепи для передачи импульсных сигналов**

Цепи с сосредоточенными и распределенными параметрами. Импеданс. Описание распространения сигналов в длинных линиях, телеграфные уравнения. Волновые процессы в линии передачи без потерь. Фазовая скорость. Волновое сопротивление. Линия с малыми потерями. Неискажающая линия. Коэффициент отражения. Интерференция падающей и отраженной волн. Согласование линий. Аналог закона Ома для длинных линий. Распространение волн в идеальных линиях и в линиях с потерями, коэффициент затухания и фазовая постоянная. Длинные линии для передачи сигналов различной частоты. Электрические и диэлектрические волноводы.

**3. Хроматография**

Хроматографическое разделение смеси веществ. Физическая и химическая адсорбция. Адсорбционно-десорбционное равновесие. Изотермы адсорбции. Изотермы Ленгмюра, Генри, полислоистой адсорбции. Кинетика адсорбции-десорбции в потоке газа-носителя. Концепция теоретических тарелок. Закон распределения Нернста. Ширина и форма хроматографического пика. Принципиальное устройство и схема работы хроматографа. Аналитические характеристики хроматографической системы и отдельных её элементов. Набивные и капиллярные хроматографические колонки, их параметры. Оптимальные размеры и разрешение хроматографической колонки. Устройство газового хроматографа.

Детекторы. Зависимость времени удерживания от температуры. Хроматография с программируемым нагревом.

Жидкостная хроматография. Градиентное элюирование. Устройство жидкостного хроматографа. Детекторы в жидкостной хроматографии.

#### 4. Оптическая спектроскопия

Поглощение света веществом. Закон Ламберта–Бугера–Бэра. Спектры поглощения, испускания и рассеяния. Радиационное время жизни и истинное время жизни возбужденного состояния. Интенсивность спектральных линий. Форма и ширина спектральной линии. Естественное, доплеровское и столкновительное уширение спектральных линий. Аппаратная ширина линии. Равновесное тепловое излучение. Формула Планка. Яркостная, цветовая и радиационная пирометрия. Источники излучения в различных спектральных диапазонах. Примеры источников равновесного и неравновесного излучения.

Приемники излучения на основе внешнего фотоэффекта. Принцип действия фотоэлектронного умножителя (ФЭУ). Приемники излучения на основе внутреннего фотоэффекта. Шумы и порог чувствительности детекторов электромагнитного излучения. Квантовый выход. Приемники излучения для различных спектральных диапазонов. Классы спектральных приборов: спектрометры, спектрографы, монохроматоры, полихроматоры. Диспергирующие элементы спектральных приборов: призма, дифракционная решетка, интерферометр. Разрешающая способность спектральных приборов.

Спектральные диапазоны и соответствующие им степени свободы в молекулярных системах. Вращательные спектры и микроволновая спектроскопия. Модель жесткого ротатора. Колебательные спектры и инфракрасная спектроскопия. Гармонический и ангармонический осцилляторы. Колебания многоатомных молекул. Колебательно-вращательные переходы в двухатомной молекуле. Электронные переходы и спектроскопия в видимом и ультрафиолетовом диапазонах. Диссоциационный предел спектра. Определение энергии диссоциации. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Спектральные методы измерения температуры в неравновесных системах.

#### 5. Лазерная спектроскопия

Когерентное оптическое усиление в активной среде. Пороговая инверсная заселенность уровней. Устройство лазера. Газовые, твердотельные, жидкостные лазеры. Модовый состав лазерного излучения. Перестройка частоты лазерного излучения. Генерация коротких импульсов: методы модуляции добротности и самосинхронизации мод. Преимущества применения лазеров в качестве источников света в спектроскопии. Абсорбционный, внутрирезонаторный, оптико-акустический и флуоресцентный методы лазерной спектроскопии.

#### 6. Измерение температуры

Понятие температуры. Диапазон температур в химической физике. Первичные термометры. Контактные методы измерения температуры (термометры расширения, термометр сопротивления, термопара). Бесконтактные методы измерения температуры. Равновесное излучение. Формула Планка. Яркостная, цветовая и радиационная

пирометрия. Понятие температуры в неравновесных системах на примере плазмы тлеющего разряда. Методы измерения температуры электронов и тяжелых частиц.

## 7. Измерение давления и вакуумная техника

Физические границы низкого, высокого и сверхвысокого вакуума. Различные режимы течения газа. Процессы переноса при различных давлениях и температурах: диффузия, эффузия (температурная транспирация), вязкость, теплопроводность. Проводимость элементов вакуумных систем. Методы получения вакуума.

Классификация вакуумных насосов по принципу их действия. Напуск газа в вакуумную камеру. Измерение давления в вакуумных системах. Механические, пьезоэлектрические, тепловые и ионизационные манометры, принципы их действия. Физические ограничения диапазонов применимости различных манометров. Течи в вакуумной системе. Влияние натекания на скорость откачки и предельный вакуум. Методы обнаружения течей. Стационарные и импульсные методы получения высоких давлений. Методы измерения высоких давлений.

## 8. Радиоспектроскопия

Магнитные моменты электрона, ядер и атомов. ЯМР-активные ядра. Спин в постоянном магнитном поле. Магнитный момент и Ларморова прецессия. Поглощение энергии ВЧ-поля системой ядерных спинов. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Химический сдвиг: константа экранирования, единицы измерения, эквивалентные ядра. Спин-спиновое взаимодействие, спектры первого порядка, простые правила интерпретации сверхтонкой структуры. Применение метода ЯМР для исследования структуры молекул. Обменные явления: медленный и быстрый обмен. Принципиальная схема ЯМР-спектрометра. Требования к однородности постоянного магнитного поля; способы минимизации аппаратного уширения линий. Интенсивность и ширина линий спектра ЯМР. Продольная (спин-решеточная) и поперечная (спин-спиновая) релаксация. Основы динамических методов ЯМР:  $90^\circ$ - и  $180^\circ$ -импульсы; фурье-спектроскопия ЯМР.

Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. Сверхтонкая структура спектра ЭПР. Структурные и динамические характеристики вещества, определяемые методами ЭПР. Принципиальная схема ЭПР-спектрометра. Особенности регистрации сигналов ЭПР: волноводы и резонаторы, низкочастотная модуляция поляризующего магнитного поля, запись спектров в виде производной. Сопоставление частотных диапазонов ЭПР и ЯМР.

## 9. Масс-спектрометрия

Метод масс-спектрометрического анализа. Единицы измерения массы, применяемые в масс-спектрометрии. Блок-схема масс-спектрометра. Аналитические характеристики масс-спектрометра: точность измерения масс, разрешающая способность, динамический диапазон, порог детектирования, чувствительность. Методы ионизации: ионизация электронным ударом, химическая ионизация, фотоионизация, полевая ионизация, полевая десорбция, бомбардировка быстрыми атомами, матричная лазерная ионизация десорбцией (MALDI), электроспрей. Молекулярные, осколочные, квазимолекулярные ионы. Метастабильные ионы. Методы детектирования ионов. Масс-анализаторы: принципы действия, разрешающая способность. Секторный магнитный масс-анализатор, квадрупольный масс-анализатор, квадрупольные ионные ловушки, времяпролетный масс-анализатор, масс-спектрометр ионно-циклотронного резонанса с преобразованием Фурье.



Решение структурных задач методами масс-спектрометрии. Тандемная масс-спектрометрия. Селекция ионов. Методы фрагментации ионов. Комбинации масс-спектрометра с жидкостным и газовым хроматографами. Применения масс-спектрометрии для решения задач биологии, химии, анализа окружающей среды, фармакологии, построения систем безопасности.

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

**Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Медицинская физика и биоинформатика**

### **Химия нуклеиновых кислот и основы генной инженерии**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам наиболее важные представления о фундаментальных основах физико-химической биологии и о современных методах исследования, применяемых в этой области для изучения компонентов живой материи.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний о закономерностях взаимосвязи между структурой и функцией белков, пептидов, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов и других биологически активных соединений;
- практическое освоение студентами методов исследования компонентов живой клетки на основе программы лабораторных спецпрактикумов по важнейшим разделам физико-химической биологии;
- формирование у студентов основных экспериментальных навыков и приобретение ими практического опыта, необходимого для проведения самостоятельных научных исследований в области физико-химической биологии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные компоненты нуклеиновых кислот;
- номенклатура нуклеиновых кислот;
- физические и химические свойства нуклеиновых кислот;
- методы исследования нуклеиновых кислот;
- процессы с участием нуклеиновых кислот;
- основные понятия генной инженерии;
- методы исследования генома;
- основные понятия белковой инженерии;
- методы работы с трансгенными животными.

**уметь:**

- пользоваться Интернет и справочной литературой по биологии научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых данных и понятий;
- сравнивать между собой строение, свойства, функции биологических объектов;
- применять основные методы генной инженерии в научных исследованиях;
- применять основные методы белковой инженерии при работе в лаборатории.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования биологических задач генной и белковой инженерии.

**Темы и разделы курса:****1. Антисмысловые олигонуклеотиды и РНК, рибозимы, ДНКзимы, олигонуклеотидные аптамеры**

Использование антисмысловых РНК и олигонуклеотидов для регуляции экспрессии генов. Механизмы подавления экспрессии генов антисмысловыми олигонуклеотидами и РНК. Использование аналогов нуклеотидов для повышения стабильности и эффективности действия антисмысловых олигонуклеотидов. Триплекс-формирующие олигонуклеотиды и их использование в биологии. Квадруплексы нуклеиновых кислот. Пептидо-нуклеиновые кислоты (ПНК) и их использование в качестве зондов, а также ингибиторов транскрипции и трансляции.

**2. Белковая инженерия**

Рациональный дизайн и редизайн белковых молекул. Принципы создания искусственных белков с требуемыми свойствами. Способы направленного введения мутаций в гены. Химико-ферментативный синтез в создании искусственных полипептидов. Направленная эволюция белков. Комбинаторные клонотеки последовательностей нуклеотидов. Методы случайного мутагенеза. Скрининг и отбор белков с требуемыми свойствами. Фаговый дисплей. Клеточный дисплей. Рибосомный дисплей и мРНК-дисплей. Понятие о ландшафте функциональности белковых молекул.

**3. Введение в генную инженерию: биотехнология, геном, ген, клонирование генов**

Предмет и задачи генной инженерии. Основоположники генной инженерии В. Арбер, Д. Натанс, Х. Смит, П. Берг, У. Гилберт, Ф. Сенгер. Их вклад в развитие данного направления исследований. Ферменты, используемые в генной инженерии. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) как инструмент современной генной инженерии. Клонирование ДНК. Библиотеки (клонотеки) кДНК, генов и нуклеотидных последовательностей. Подходы к исследованию структурно-функциональной организации генома.

**4. Векторы в генной инженерии**

Виды РНК, кодируемых геномом эукариот. Нозерн-блоттинг. Защита мРНК от действия РНКаз. Методы быстрой амплификации концов кДНК. Обратная гибридизация по Саузерну (обратный Саузерн) как основа биочиповых технологий с использованием нуклеиновых кислот.

#### 5. Выяснение первичной структуры нуклеиновых кислот

Метод Максама-Гилберта. Ферментативные методы секвенирования нуклеиновых кислот. Метод Сенгера. Крупномасштабное секвенирование нуклеиновых кислот. Проект "Геном человека". Современные методы секвенирования НК на основе эмульсионной ПЦР.

#### 6. Методы исследования генома и экспрессии генов

Принципы анализа транскриптома с использованием биочипов ДНК. Секвенирование ДНК на биочипах. Анализ регуляторных последовательностей ДНК.

#### 7. Основные этапы развития знаний о нуклеиновых кислотах

Строение нуклеиновых кислот. Первичная структура нуклеиновых кислот. Компоненты нуклеиновых кислот.

#### 8. Пространственная структура нуклеиновых кислот

Рентгеноструктурные исследования ДНК. Основные структурные характеристики двойной спирали Двойная спираль Уотсона-Крика, комплементарность и взаимная ориентация цепей. Стэкинг оснований. Основные формы двойных спиралей ДНК. Методы выяснения вторичной структуры ДНК. Денатурация и ренатурация двойных спиралей нуклеиновых кислот. Упаковка ДНК в хроматин.

#### 9. Процессы с участием нуклеиновых кислот

Репликация хромосомы *E.coli*. Репликация ДНК бактериофагов и плазмид. Репликация в эукариотических клетках. Транскрипция в бактериальных клетках. Регуляция транскрипции. Процессинг РНК. Трансляция. Пространственная структура тРНК. Генетический код. Частота встречаемости кодонов. Инициация и терминация трансляции.

#### 10. Трансгенные животные

Способы получения трансгенных животных. Факторы, влияющие на экспрессию трансгенов в организме животных. Методы инактивации генов. Регулируемая экспрессия трансгенов. Клонирование многоклеточных организмов. Понятие об искусственных органах и тканях. Трансгенные растения. Основные этапы получения трансгенных растений. Трансформация целых растений (*in planta*). Трансгенные хлоропласты. Получение транспластомных одноклеточных водорослей.

#### 11. Ферменты гидролиза и биосинтеза нуклеиновых кислот

Ферменты, расщепляющие ДНК и РНК. Эндо- и экзонуклеазы. Рибо- и дезоксирибонуклеазы. Фосфодиэстеразы. Рестрикционные эндонуклеазы. Полинуклеотидкиназа. ДНК- и РНК-полимеразы. ДНК- и РНК-лигазы. Полимеразная цепная реакция (ПЦР).

#### 12. Химико-ферментативный синтез нуклеиновых кислот

Методы синтеза олиго- и полинуклеотидов.. Синтез на полимерном носителе. Принцип работы автоматического синтезатора. Синтез и применение модифицированных

олигонуклеотидов. Флуоресцентные и биотинилированные олигонуклеотиды.  
Антисмысловая технология и модифицированные олигонуклеотиды.