



федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(Сеченовский Университет)

Утверждено  
Ученый совет ФГАОУ ВО Первый МГМУ  
им. И.М. Сеченова Минздрава России  
(Сеченовский Университет)  
«20» января 2021 протокол №1  
Ректор \_\_\_\_\_ П.В. Глыбочко

**ОСНОВНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
высшего образования - магистратура - программа магистратуры/**

**Направление подготовки/ специальность**

**01.04.03 Механика и математическое моделирование**

Форма обучения: Очная

Год набора: 2020/2021



Аннотации рабочих программ

| Наименование структурного элемента   | Краткая аннотация  |   | Компетенции                                 |
|--|--|---|---|
|  | Наименование раздела/темы дисциплины   | Содержание раздела в дидактических единицах   |   |
| Дисциплины:  |  |   |   |
| Автоматизированное построение расчетных сеток в биомедицинских приложениях | Раздел 1: Основные понятия и определения<br><br>Тема 1.1: Основные понятия и определения                                     | Вершины и элементы сеток. Конформные и неконформные сетки. Структурированные и неструктурированные сетки. Равномерные и адаптивные сетки. Качество сеточных элементов. Регулярные и анизотропные сетки. Способы представления границ расчетной области. | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ПК-3; ПК-4              |
|  | Раздел 2: Методы построения расчетных сеток<br>Тема 2.1: Методы построения расчетных сеток                                   | Методы построения расчетных сеток. Критерий Делоне и метод Делоне для построения треугольных сеток. Метод продвигаемого фронта.   | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ПК-3; ПК-4              |
|  | Раздел 3: Методы измельчения, перестроения и адаптации сеток<br>Тема 3.1: Методы измельчения, перестроения и адаптации сеток | Методы иерархического измельчения сеток. Методы перестроения сеток с помощью локальных модификаций. Методы сеточной адаптации. Области применения различных классов расчетных сеток.  | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ПК-3; ПК-4              |
| Теория оптимизации   | Раздел 1: Теория оптимизации<br>Тема 1.1: Теория оптимизации   | Введение. Примеры задач оптимизации. Задачи оптимизации как модели принятия решений.  | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7 |
|  | Раздел 2: Линейное программирование<br>Тема 2.1: Линейное программирование   | Линейное программирование. Графическое представление задачи линейного программирования и ее   | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ПК-4; ПК-5;      |



|  |  |   |
|--|--|---|
|  | свойства. Элементы теории двойственности. Симплекс-метод для задач линейного программирования. Методы поиска начального допустимого базиса. Метод симплексных таблиц.  | ПК-7  |
| Раздел 3: Задача и ранце и транспортная задача             |  |   |
| Тема 3.1: Задача и ранце и транспортная задача             | Задача и ранце. Метод ветвей и границ. Транспортная задача. Транспортная задача в матричной постановке и ее свойства. Метод потенциалов.   | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7 |
| Раздел 4: Элементы выпуклого анализа                       |  |   |
| Тема 4.1: Элементы выпуклого анализа                       | Элементы выпуклого анализа. Выпуклые и замкнутые множества. Проекция и их свойства. Выпуклые функции. Дифференциальные условия выпуклости.   | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7 |
| Раздел 5: Методы минимизации функций без ограничений       |  |   |
| Тема 5.1: Методы минимизации функций без ограничений       | Методы минимизации функций без ограничений. Условие оптимальности в задаче минимизации выпуклой функции. Градиентный метод и его свойства. Метод Ньютона и его свойства. Методы минимизации функций без вычисления производных.  | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7 |
| Раздел 6: Элементы теории нелинейной оптимизации           |  |   |
| Тема 6.1: Элементы теории нелинейной оптимизации           | Элементы теории нелинейной оптимизации. Существование и единственность решений в задаче нелинейной оптимизации. Строгая и сильная выпуклость функций. Дифференциальные и общие критерии различных классов выпуклости. Условия оптимальности в задаче нелинейной оптимизации. Приложение условий оптимальности к теории двойственности. | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7 |
| Раздел 7: Методы минимизации функций на простых множествах |  |   |
| Тема 7.1: Методы минимизации функций на простых множествах | Методы минимизации функций на простых множествах. Метод проекции градиента. Метод  | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ПК-4; ПК-5;      |



|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   | <p>Раздел 8: Методы минимизации функций при нелинейных ограничениях</p> <p>Тема 8.1: Методы минимизации функций при нелинейных ограничениях</p>   | <p>условного градиента. Способы реализации</p> <p>Методы минимизации функций при нелинейных ограничениях. Методы двойственности. Метод симплексного поиска. Методы штрафных функций.</p>  | <p>ПК-7</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p>  |
| <p>Механика биологических жидкостей</p> | <p>Раздел 1: Основы механики жидкости</p> <p>Тема 1.1: Основы механики жидкости</p> <p>Раздел 2: Механическое поведение биологических жидкостей</p> <p>Тема 2.1: Механическое поведение биологических жидкостей</p> <p>Раздел 3: Моделирование гемодинамики: типовые задачи</p> <p>Тема 3.1: Моделирование гемодинамики: типовые задачи</p> <p>Раздел 4: Моделирование гемодинамики: основные подходы</p> <p>Тема 4.1: Моделирование гемодинамики: основные подходы</p> <p>Раздел 5: Моделирование гемодинамики: крупные артерии</p> <p>Тема 5.1: Моделирование гемодинамики: крупные артерии</p> <p>Раздел 6: Моделирование гемодинамики: вены</p> <p>Тема 6.1: Моделирование гемодинамики: вены</p> | <p>Основные понятия, используемые для описания движения и деформации сплошной среды. Общие законы и уравнения механики сплошных сред</p> <p>Определяющие соотношения. Ньютоновская жидкость, неньютоновская жидкость. Вязкость крови. Методы измерения вязкости жидкости.</p> <p>Течение Пуазейля в трубе: жесткие/упругие стенки; ньютоновская/неньютоновская жидкость</p> <p>Одномерные модели. Трехмерные модели. Постановка задач взаимодействия крови и стенки</p> <p>Особенности строения крупных артерий. Механическое поведение артерий. Особенности моделирования кровотока в крупных артериях.</p> <p>Особенности строения и механического поведения вен. Особенности моделирования кровотока в венах</p> | <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p> |



|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|   | <p>Раздел 7: Моделирование гемодинамики: сердце</p> <p>Тема 7.1: Моделирование гемодинамики: сердце</p> <p>Раздел 8: Моделирование гемодинамики: микроциркуляция</p> <p>Тема 8.1: Моделирование гемодинамики: микроциркуляция</p> <p>Раздел 9: Течение биологических жидкостей в различных органах</p> <p>Тема 9.1: Течение биологических жидкостей в различных органах</p> | <p>Строение сердечной мышцы. Особенности работы сердца и подходы к моделированию. Коронарный кровоток.</p> <p>Особенности течения крови в капиллярах. Подходы моделирование гемодинамики в сосудах малого диаметра.</p> <p>Особенности течения лимфы. Течение биожидкостей в глазу. Течение биожидкостей в легких, печени. Экспериментальные методики измерения характеристик течения биологических жидкостей.</p>  | <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p> |
| <p>Практикум по суперкомпьютерным вычислениям</p> | <p>Раздел 1: Суперкомпьютеры</p> <p>Тема 1.1: Суперкомпьютеры</p> <p>Раздел 2: Вычислительные системы с общей памятью</p> <p>Тема 2.1: Вычислительные системы с общей памятью</p> <p>Раздел 3: Вычислительные системы с распределенной памятью</p> <p>Тема 3.1: Вычислительные системы с распределенной памятью</p>   | <p>Классификация многопроцессорных вычислительных систем. Архитектуры с общей и распределенной памятью. Статический и динамический параллелизм. Параллельные вычисления. Основные понятия: параллельная эффективность, ускорение. Измерение параллельной производительности.</p> <p>Произвольный доступ к памяти, PRAM архитектура. Программный интерфейс OpenMP. Программирование в языках C и Fortran. Процессы, вычислительные нити, потоки. Синхронизация доступа к общим данным, семафоры. Примеры программ.</p> <p>Вычислительные системы с распределенной памятью. Кластеры. Программный</p> | <p>УК-1; ОПК-5; ПК-3</p> <p>УК-1; ОПК-5; ПК-3</p> <p>УК-1; ОПК-5; ПК-3</p>   |



|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
|  | <p>Раздел 4: Параллельные методы вычислительной математики</p> <p>Тема 4.1: Параллельные методы вычислительной математики</p><br><p>Раздел 5: Прямые методы решения систем линейных уравнений</p> <p>Тема 5.1: Прямые методы решения систем линейных уравнений</p><br><p>Раздел 6: Итерационные методы решения систем линейных уравнений</p> <p>Тема 6.1: Итерационные методы решения систем линейных уравнений</p><br><p>Раздел 7: Параллельные методы дискретной оптимизации</p> <p>Тема 7.1: Параллельные методы дискретной оптимизации</p> | <p>интерфейс MPI. Основные типы функций: инициализация вычислений, парные обмены, коллективные обмены, барьеры. Примеры программ.</p> <p>Параллельные методы вычислительной математики и математической физики. Степень параллелизма алгоритма, зернистость алгоритма. Зависимость по данным. Методы декомпозиции, разбиение области и распределение данных по процессорам.</p> <p>Линейная алгебра. Прямые методы решения линейных систем уравнений. Базовые способы распределения данных по процессорам. Организация обменов. Параллельная эффективность основных алгоритмов.</p> <p>Линейная алгебра. Итерационные методы решения линейных систем уравнений. Ускорение сходимости итерационных методов. Распределение данных по процессорам. Параллельная эффективность вычислений.</p> <p>Задачи оптимизации. Прямая и двойственная задача. Метод Ньютона. Варианты распределения данных по процессорам, параллельная реализация и параллельная эффективность. Задачи дискретной оптимизации. Задача о ранце. Метод динамического программирования. Структуры данных, организация обменов. Параллельная реализация. Метод ветвей и границ. Дерево ветвления. Параллельная реализация. Балансировка дерева вычислений. Пороговое число</p> | <p>УК-1; ОПК-5; ПК-3</p> <p>УК-1; ОПК-5; ПК-3</p> <p>УК-1; ОПК-5; ПК-3</p> <p>УК-1; ОПК-5; ПК-3</p> |
|--|--|---|---|



|  |   |   |                           |
|--|---|---|---------------------------|
|  |   | ветвлений. Комбинированные алгоритмы. Другие задачи дискретной оптимизации и параллельные версии их решения. Задачи транспортного типа. Задачи теории графов.   |                           |
| Искусственный интеллект                | Раздел 1: Нейрон и нейронная сеть   |   |                           |
|  | Тема 1.1: Нейронные сети и компьютерное зрение  | Математическая модель нейрона. Теоретические задачи. Булевы операции в виде нейронов. От нейрона к нейронной сети. Базовая работа в PyTorch.  | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3 |
|  | Раздел 2: Нейронные сети и обработка текста   |   |                           |
|  | Тема 2.1: Нейронные сети и обработка текста   | Восстановление зависимости нейронной сетью. Компоненты нейронной сети. Алгоритм настройки нейронной сети. Теоретические задачи: Графы вычислений и BackProp. Теоретические задачи: Восстановление зависимостей. Реализация градиентного спуска. | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3 |
|  | Раздел 3: Искусственный интеллект   |   |                           |
|  | Тема 3.1: Искусственный интеллект   | Бинарная классификация. Многоклассовая классификация. Локализация, детекция, сегментация и super-resolution. Функции потерь. Классификация в PyTorch.   | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3 |
|  | Раздел 4: Методы оптимизации  |   |                           |
|  | Тема 4.1: Методы оптимизации  | Самый обычный градиентный спуск. Модификации градиентного спуска. Классификация рукописных чисел полносвязанной сетью.  | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3 |
| Раздел 5: Сверточные нейронные сети    |   |   |                           |
| Тема 5.1: Сверточные нейронные сети    | Свёртка, каскад свёрток. Реализация сверточного слоя. Архитектура LeNet (1998). AlexNet (2012) и VGG (2014). GoogLeNet и ResNet (2015). Распознавание рукописных чисел свёрточной нейросетью. Архитектуры сверточных нейронных сетей. | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3   |                           |
| Раздел 6: Регуляризация и нормализация |   |   |                           |
| Тема 6.1: Регуляризация и нормализация | Переобучение. Батч-нормализация. Слой нормализации. Задача  | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3   |                           |



|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|   | <p>Раздел 7: Метод максимального правдоподобия</p> <p>Тема 7.1: Метод максимального правдоподобия</p> <p>Раздел 8: Векторная модель текста и классификация длинных текстов</p> <p>Тема 8.1: Векторная модель текста и классификация длинных текстов</p> <p>Раздел 9: Базовые нейросетевые методы работы с текстами</p> <p>Тема 9.1: Базовые нейросетевые методы работы с текстами</p> <p>Раздел 10: Языковые модели и генерация текста</p> <p>Тема 10.1: Языковые модели и генерация текста</p> <p>Раздел 11: Преобразование последовательностей: 1-k-1 и N-k-M</p> <p>Тема 11.1: Преобразование последовательностей: 1-k-1 и N-k-M</p> | <p>классификации на датасете CIFAR. Регуляризация.</p> <p>Метод максимального правдоподобия. Transfer learning на примере соревнования на Kaggle.</p> <p>Векторная модель текста и TF-IDF. Создаём нейросеть для работы с текстом. Теоретические задачи: Векторная модель текста. Семинар: классификация новостных текстов.</p> <p>Общий алгоритм работы с текстами с помощью нейросетей. Дистрибутивная семантика и векторные представления слов. Дистрибутивная семантика. Основные виды нейросетевых моделей для обработки текстов. Свёрточные нейросети для обработки текстов.</p> <p>Рекуррентные нейросети. Моделирование языка. Семинар: генерация имён и лозунгов с помощью RNN. Агрегация, механизм внимания. Трансформер и self-attention.</p> <p>Распознавание плоской структуры коротких текстов. Аспектный сентимент-анализ как NER. Преобразование последовательностей (seq2seq). Генерация кода со Stack Overflow.</p> | <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3</p> |
| Математическое моделирование в медицине | <p>Раздел 1: Системный подход к моделированию физики живых систем в медицине и биологии</p> <p>Тема 1.1: Системный подход к моделированию физики живых систем в медицине и биологии</p>   | <p>Основные понятия системного анализа. Математическая теория сложных систем. Особенности строения и структуры физиологических систем. Теория,</p>  | <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5</p>  |





|  |  |  |
|--|--|--|
|  | эксперимент и математическая модель.   |  |
| Раздел 2: Методы статистического анализа в биологии и медицине<br>Тема 2.1: Методы статистического анализа в биологии и медицине   | Представление данных. Модели распределений. Критерий Колмогоров-Смирнова. Анализ статистических гипотез. Основные типы распределений ошибок наблюдений и их применение.                              | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5 |
| Раздел 3: Введение в фармакокинетику и фармакодинамику<br>Тема 3.1: Введение в фармакокинетику и фармакодинамику   | Базовые принципы и модели фармакокинетики и фармакодинамики.   | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5 |
| Раздел 4: Модели биофармацевтики<br>Тема 4.1: Модели биофармацевтики   | Модели биофармацевтики, молекулярная рецепция.   | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5 |
| Раздел 5: Модели регуляции клеточного гомеостаза<br>Тема 5.1: Модели регуляции клеточного гомеостаза   | Модели регуляции клеточного гомеостаза.  | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5 |
| Раздел 6: Модели регуляции клеточных функций<br>Тема 6.1: Модели регуляции клеточных функций   | Модели регуляции клеточных функций.  | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5 |
| Раздел 7: Модели системной физиологии<br>Тема 7.1: Модели системной физиологии   | Модели системной физиологии.   | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5 |
| Раздел 8: Задачи и методы оптимального управления и стабилизации динамики систем в биомедицине<br>Тема 8.1: Задачи и методы оптимального управления и стабилизации динамики систем в биомедицине | Задача программного управления динамикой физиологических процессов. Задача стабилизации динамики физиологических систем. Принцип максимума Понтрягина и его применение в задачах терапии заболеваний | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5 |



|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  |   | человека.  |  |
| Механика биологических тканей  | <p>Раздел 1: Основы механики мягких тканей</p> <p>Тема 1.1: Основы механики мягких тканей</p> <p>Раздел 2: Механическое поведение биологических тканей: экспериментальные методы исследования</p> <p>Тема 2.1: Механическое поведение биологических тканей: экспериментальные методы исследования</p> <p>Раздел 3: Механическое поведение органов брюшной полости</p> <p>Тема 3.1: Механическое поведение органов брюшной полости</p> <p>Раздел 4: Механика кожи</p> <p>Тема 4.1: Механика кожи</p> <p>Раздел 5: Механическое поведение органов малого таза.</p> <p>Тема 5.1: Механическое поведение органов малого таза.</p> | <p>Основные понятия, используемые для описания движения и деформации сплошной среды. Общие законы и уравнения механики сплошных сред.</p> <p>Экспериментальные методы исследования мягких и твердых биологических тканей: <i>in vitro</i>, <i>in vivo</i>.</p> <p>Определяющие соотношения. Гиперупругость. Изотропные модели. Анизотропные модели.</p> <p>Одноосное растяжение анизотропного гиперупругого материала. Двухосное растяжение анизотропной гиперупругой мембраны. Сдвиг гиперупругого материала. Раздутие и растяжение анизотропной гиперупругого цилиндра. Растяжение и кручение анизотропного гиперупругого цилиндрического стержня. Раздутие гиперупругой сферы. Изгиб гиперупругого материала.</p> <p>Модели активного механического поведения мягких тканей. Кинематика сокращений. Модельные задачи на примере пассивно-активного поведения элементов сердечно-сосудистой системы.</p> | <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5</p> |
| Математическое моделирование при разработке лекарственных препаратов | <p>Раздел 1: Компьютерное представление структур молекул и методы оптимизации их геометрии, химические</p> <p>Тема 1.1: Компьютерное</p>  | <p>Источники информации о</p>  | <p>УК-1; ОПК-1;</p>  |



|   |   |   |
|---|---|---|
| представление структур молекул и методы оптимизации их геометрии, химические                    | пространственной структуре молекул. Подходы к моделированию молекул на основе классической и квантовой механики. Силовые поля. Оптимизация геометрии молекул, анализ конформационного пространства. | ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7              |
| Раздел 2: Моделирование структуры и динамики белков   |   |   |
| Тема 2.1: Моделирование структуры и динамики белков   | Источники информации о структуре белков и белковых комплексов. Построение молекулярных моделей белков de novo и по гомологии. Общие представления о методе молекулярной динамики.                   | УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7 |
| Раздел 3: Биоинформатические подходы для поиска перспективных мишеней лекарственных препаратов  |   |   |
| Тема 3.1: Биоинформатические подходы для поиска перспективных мишеней лекарственных препаратов  | Анализ омиксных данных для поиска перспективных белковых мишеней для лекарственных препаратов. Анализ дифференциальной экспрессии генов и сигнальных путей.   | УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7 |
| Раздел 4: Молекулярный докинг   |   |   |
| Тема 4.1: Молекулярный докинг   | Сущность метода молекулярного докинга и его проблемы. Алгоритмы молекулярного докинга. Оценочные функции.   | УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7 |
| Раздел 5: Скрининг веществ на основе информации о лиганде: фармакофорный поиск                  |   |   |
| Тема 5.1: Скрининг веществ на основе информации о лиганде: фармакофорный поиск                  | Понятие фармакофора. Методы совмещения молекул.   | УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7 |
| Раздел 6:<br>Высокопроизводительный виртуальный скрининг потенциальных лекарственных препаратов |   |   |
| Тема 6.1:<br>Высокопроизводительный виртуальный скрининг потенциальных лекарственных препаратов | Подготовка библиотек соединений для виртуального скрининга. Фильтрация результатов виртуального скрининга.  | УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7 |
| Раздел 7: Построение QSAR моделей   |   |   |



|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   | <p>Тема 7.1: Построение QSAR моделей</p> <p>Раздел 8: Применение нейронных сетей для задач молекулярной фармакологии</p> <p>Тема 8.1: Применение нейронных сетей для задач молекулярной фармакологии</p>  | <p>Сущность QSAR. Прямая и обратная задачи. Молекулярные дескрипторы. Надежность QSAR моделей.</p> <p>Общий обзор методов машинного обучения и искусственного интеллекта. Подходы к представлению структуры молекул, фингерпринты. Применение нейронных сетей для предсказания физико-химических и ADME свойств молекул. Примеры применения генеративных сетей (GAN) для генерации новых соединений с заданными свойствами.</p>   | <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p>               |
| <p>Математическое моделирование в иммунологии и эпидемиологии</p> | <p>Раздел 1: Физиологические системы: иммунная система. Топологические модели структурных компонент с</p> <p>Тема 1.1: Физиологические системы: иммунная система. Топологические модели структурных компонент с</p> <p>Раздел 2: Уравнения математической иммунологии и эпидемиологии: элементарные процессы</p> <p>Тема 2.1: Уравнения математической иммунологии и эпидемиологии: элементарные процессы</p> <p>Раздел 3: Модели инфекционных заболеваний. Качественный анализ</p> <p>Тема 3.1: Модели инфекционных заболеваний. Качественный анализ</p> | <p>Основы математической теории сложных систем. Особенности строения и структуры иммунной системы. Теория, эксперимент и математическая модель.</p> <p>Основные закономерности динамики эпидемиологических процессов. Сетевая структура. Многокомпонентность. Система с распределенными параметрами. Генетическая детерминированность и вариабельность.</p> <p>Анализ топологии и построение трехмерных геометрических моделей структурных компонент лимфатического узла. Физические, химические и биологические процессы. Сетевая структура. базовые принципы построения математических моделей в иммунологии и эпидемиологии.</p> | <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p> |



|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  | <p>Раздел 4: Идентификация моделей экспериментальных инфекций</p> <p>Тема 4.1: Идентификация моделей экспериментальных инфекций</p><br><p>Раздел 5: Информационные критерии оценивания моделей</p> <p>Тема 5.1: Информационные критерии оценивания моделей</p><br><p>Раздел 6: Модели ВИЧ инфекции в организме и популяции</p> <p>Тема 6.1: Модели ВИЧ инфекции в организме и популяции</p><br><p>Раздел 7: Генетические алгоритмы эволюционного моделирования</p> <p>Тема 7.1: Генетические алгоритмы эволюционного моделирования</p><br><p>Раздел 8: Моделирование и идентификация распределённых систем в иммунологии и эпидемиологии</p> <p>Тема 8.1: Моделирование и идентификация распределённых систем в иммунологии и</p> | <p>Моно- и многомасштабные модели.</p><br><p>Методы идентификации моделей сложных систем. Байесовский подход, метод максимального правдоподобия. Постановка и решение коэффициентных обратных задач. Регуляризация по Тихонову. Оценивание доверительных интервалов для параметров моделей. Исследование чувствительности с помощью прямых методов и на основе сопряженных уравнений.</p><br><p>Критерии оптимальности моделей, согласие с данными о систем. Колмогоровское понятие сложности. Критерий Акаике. Критерий «Длины описания».</p><br><p>Вопросы построения и численного исследования моделей конкретизируются на примерах приложений в задачах моделирования инфекционных заболеваний человека и животных. Технологии моделирования конкретной вирусной инфекции в организме человека (ВИЧ) на основе систем ОДУ, дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, уравнений в частных производных, генетических алгоритмов.</p><br><p>Структура генетических алгоритмов. Применение в задачах прямого и обратного моделирования. Роль мутаций и рекомбинаций в изменчивости.</p><br><p>Моделирование отбора и эволюция, ландшафт приспособленности.</p> | <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p><br><p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p><br><p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p><br><p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p><br><p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p> |
|--|---|---|---|



|  | эпидемиологии  |  | ПК-5; ПК-7                                   |
|--|--|--|--|
| Математическое моделирование в биомедицинской инженерии      | Раздел 1: Введение в математическое моделирование                              |  |  |
|  | Тема 1.1: Введение в математическое моделирование                              | Основные понятия и принципы математического моделирования. Классификация моделей. Этапы построения модели. Основные понятия и законы механики сплошных сред. Математическая постановка задачи и аналитическое решение. | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5 |
|  | Раздел 2: Численные методы решения задач биомеханики                           |  |  |
|  | Тема 2.1: Численные методы решения задач биомеханики                           | Метод конечных элементов. Метод конечных разностей. Метод конечных объемов. Методы численного решения, адаптированные к специфике решения конкретной задачи.   | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5 |
|  | Раздел 3: Математическое моделирование сердечно-сосудистой системы             |  |  |
|  | Тема 3.1: Математическое моделирование сердечно-сосудистой системы             | Математическая постановка задачи. Методы численного решения. Клинические приложения.   | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5 |
| Экспериментальные методы исследования биомеханических систем | Раздел 4: Математическое моделирование опорно-двигательного аппарата           |  |  |
|  | Тема 4.1: Математическое моделирование опорно-двигательного аппарата           | Математическая постановка. Методы численного решения. Клинические приложения.  | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5 |
|  | Раздел 5: Математическое моделирование дыхательной системы                     |  |  |
|  | Тема 5.1: Математическое моделирование дыхательной системы                     | Математическая постановка. Методы численного решения. Клинические приложения.  | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5 |
| Экспериментальные методы исследования биомеханических систем | Раздел 1: История развития технологий регистрации и анализа "живого движения". |  |  |
|  | Тема 1.1: История развития технологий регистрации и анализа                    | История развития инструментальных методик  | УК-1; УК-3; ОПК-1; ОПК-3;                    |



|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   | <p>"живого движения".</p> <p>Раздел 2: Анализ кинематических характеристик движений человека</p> <p>Тема 2.1: Плоскостная кинематика.</p> <p>Тема 2.2: Трёхмерная кинематика.</p> <p>Тема 2.3: Современные инструментальные методики регистрации и анализа кинематических характеристик д</p> <p>Тема 2.4: Основные принципы фотограмметрии.</p> <p>Раздел 3: Анализ динамических характеристик движений человека</p> <p>Тема 3.1: Понятие "силы" и методики её регистрации.</p> <p>Раздел 4: Электрофизиологические исследования мышечной деятельности</p> <p>Тема 4.1: Основы поверхностной электромиографии (регистрации электрической активности мышц).</p> <p>Тема 4.2: Тензомиография. Регистрация кинематических характеристик мышечного сокращения.</p> | <p>регистрации и анализа движений человека и животных.</p> <p>Определение положения тела. Степени свободы. Сбор кинематических данных. Линейная кинематика. Угловая кинематика.</p> <p>Сбор пространственных данных. Системы координат. Оценка положения тела в пространстве. Угловая скорость и угловое ускорение.</p> <p>Технологии регистрации кинематических характеристик движений человека. Сбор и обработка кинематических данных.</p> <p>Фотограмметрическая обработка изображений</p> <p>Типы сил. Методы измерения сил. Технологии и методики регистрации силы. Программно-аппаратные средства анализа динамических характеристик движений человека.</p> <p>Физиологические основы электрической активности мышц. Методики регистрации и анализа электрической активности мышц.</p> <p>Тензомиография. Регистрация кинематических характеристик мышечного сокращения.</p> | <p>ОПК-4; ОПК-5;<br/>ПК-4; ПК-5</p> <p>УК-1; УК-3;<br/>ОПК-1; ОПК-3;<br/>ОПК-4; ОПК-5;<br/>ПК-4; ПК-5</p> <p>УК-1; УК-3;<br/>ОПК-1; ОПК-3;<br/>ОПК-4; ОПК-5;<br/>ПК-4; ПК-5</p> <p>УК-1; УК-3;<br/>ОПК-1; ОПК-3;<br/>ОПК-4; ОПК-5;<br/>ПК-4; ПК-5</p> <p>УК-1; УК-3;<br/>ОПК-1; ОПК-3;<br/>ОПК-4; ОПК-5;<br/>ПК-4; ПК-5</p> <p>УК-1; УК-3;<br/>ОПК-1; ОПК-3;<br/>ОПК-4; ОПК-5;<br/>ПК-4; ПК-5</p> |
| <p>Математическое моделирование в молекулярной динамике</p> | <p>Раздел 1: Основы строения биологических молекул</p> <p>Тема 1.1: Основы строения биологических молекул</p>   | <p>Строение молекулы воды и её свойства. Водородные связи. Аминокислоты и их свойства. Пептидная связь. Первичная структура белков. Дисульфидные связи. Вторичная структура белков:</p>   | <p>УК-1; ОПК-1;<br/>ОПК-2; ОПК-3;<br/>ОПК-4; ПК-4;<br/>ПК-5; ПК-7</p>   |



|   |  |  |
|---|--|--|
|   | альфа-спирали и бета-листы. Третичная структура, классификация структур белков, примеры. ДНК и РНК. Азотистые основания, двойная спираль.  |  |
| Раздел 2: Методы компьютерного анализа структуры биологической молекулы     |  |  |
| Тема 2.1: Методы компьютерного анализа структуры биологической молекулы     | Основы использования программы VMD. Поиск структур в базе данных белковых структур. Примеры репрезентаций белков. Файл PDB.  | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7 |
| Раздел 3: Молекулярная механика   |  |  |
| Тема 3.1: Молекулярная механика   | Описание биомолекулярной системы при помощи законов физики. Потенциальная функция силового поля: уравнения и параметры. Уравнения движения. Периодические граничные условия.   | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7 |
| Раздел 4: Молекулярная динамика   |  |  |
| Тема 4.1: Молекулярная динамика   | Этапы моделирования: минимизация, нагрев, уравнивание. Использование доступных программных пакетов для моделирования биологической молекулы. Визуализация и анализ результатов.  | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7 |
| Раздел 5: Области применения различных подходов молекулярного моделирования |  |  |
| Тема 5.1: Области применения различных подходов молекулярного моделирования | Ограничения молекулярной динамики. Сложность в сопоставлении результатов моделирования и экспериментальных результатов. Использование крупнозернистых моделей и аппаратного ускорения.   | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7 |
| Раздел 6: Графические процессоры  |  |  |
| Тема 6.1: Графические процессоры  | Архитектура графических процессоров. Особенности аппаратной части. Программная модель CUDA. Глобальная, разделяемая память, регистры. Вычислительные ядра. Копирование данных между центральным и графическим процессорами. Пример программной реализации на ГП. | УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7 |
| Раздел 7: Численные методы молекулярного моделирования                      |  |  |





|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   | <p>Тема 7.1: Численные методы молекулярного моделирования</p> <p>Раздел 8: Адаптация численных методов для работы на графических процессорах</p> <p>Тема 8.1: Адаптация численных методов для работы на графических процессорах</p>   | <p>Сохранение и загрузка координат и скоростей системы. Разностная схема для численного интегрирования уравнений движения и её реализация. Формальная запись расчётных формул и программная реализация методов вычисления потенциалов межчастичного взаимодействия.</p> <p>Адаптация методов интегрирования уравнений движения, расчета межчастичных взаимодействий. Сравнение производительности центральных и графических процессоров.</p> | <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p> <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-4; ПК-5; ПК-7</p> |
| <p>Иностранный язык для научного общения</p>      | <p>Раздел 1: Английский язык – средство письменного научного общения</p> <p>Тема 1.1: Оформление профессионально значимой информации о себе</p> <p>Тема 1.2: Составление аннотации к научной статье</p> <p>Раздел 2: Английский язык – средство устного научного общения</p> <p>Тема 2.1: Подготовка к стендовому докладу</p> <p>Тема 2.2: Презентация. Подготовка к выступлению</p> <p>Тема 2.3: Конференция. Подготовка к участию</p> | <p>Правила оформления резюме, особенности самопредставления в форме визитной карточки, правила заполнения анкеты, бланка заявления и регистрационной формы</p> <p>Правила оформления аннотации к научной статье</p> <p>Стендовый доклад: правила сжатия текста и оформления документа данного типа</p> <p>Языковые и визуальные и мнемонические особенности презентации в PowerPoint</p> <p>Устойчивые словесные комплексы</p>               | <p>УК-4; УК-5</p> <p>УК-4; УК-5</p> <p>УК-4; УК-5</p> <p>УК-4; УК-5</p> <p>УК-4; УК-5</p>                           |
| <p>Защита прав интеллектуальной собственности</p> | <p>Раздел 1: Правовое регулирование отношений в сфере интеллектуальной собственности</p> <p>Тема 1.1: Интеллектуальные права и интеллектуальная собственность: основные понятия</p>   | <p>Интеллектуальные права и интеллектуальная собственность. Виды объектов интеллектуальной собственности. Понятие интеллектуальных прав. Понятие исключительного права. Объекты интеллектуальных прав. Субъекты</p>  | <p>УК-1; УК-2</p>   |



Тема 1.2: Авторские права; права, смежные с авторскими; патентные права; маркетинговые обозначения

интеллектуальных прав

Понятие, функции и источники, авторского права. Субъекты и объекты авторского права. Личные неимущественные и исключительные авторские права. Авторские права на служебные произведения и на произведения, созданные по заказу. Договор об отчуждении исключительного права на произведение. Лицензионный договор о предоставлении права использования произведения. Договор авторского заказа. Объекты смежных прав. Условия правовой охраны смежных прав. Права, смежные с авторскими. Понятие и принципы правового регулирования прав, смежных с авторскими. Законодательство о правах, смежных с авторскими, их международно-правовая охрана. Объекты прав, смежных с авторскими, их признаки и основные разновидности. Исполнение. Вещание в эфир. Понятие публикации. Научно-технический прогресс и гражданско-правовая охрана новых результатов прав, смежных с авторскими (защита при использовании в сети Интернет и др.) Субъекты прав, смежных с авторскими. Права юридических лиц и государства. Личные неимущественные и исключительные права, их взаимосвязь. Пределы прав, смежных с авторскими и сроки их действия, ограничение этих прав. Правовой режим служебного исполнения. Гражданско-правовая защита прав, смежных с авторскими. Особенности защиты личных неимущественных прав исполнителей. Патентное право: основные понятия и принципы. Объекты патентных прав. Патентное право на изобретение, полезную модель и промышленный образец Международное патентно-правовое сотрудничество. Патентное право на изобретение. Понятие и признаки изобретения. Патентоспособность изобретения.

УК-1; УК-2



Объекты и виды изобретений. Патентоспособность полезной модели. Патентоспособность промышленного образца. Субъекты патентного права. Авторы, соавторы, правопреемники и другие лица как субъекты патентного права. Оформление права на изобретение, порядок составления, подачи рассмотрения заявки на изобретение и выдачи патента. Состав заявки. Формула изобретения. Охрана российских изобретений за границей. Понятие патентной чистоты изобретения. Права патентообладателя и их гражданско-правовая защита. Патентные права на полезную модель и промышленный образец. Правовая охрана полезных моделей и промышленных образцов. Понятие права на промышленный образец. Субъекты права на промышленный образец. Оформление права на промышленный образец. Права автора промышленного образца и их гражданско-правовая защита. Право на фирменное наименование и коммерческое обозначение. Функции фирменного наименования. Особенности исключительного права на фирменное наименование. Возникновение и прекращение исключительного права на фирменное наименование. Особенности способов защиты права на фирменное наименование. Право на товарный знак. Понятие и виды товарного знака и знака обслуживания. Право на товарный знак (знак обслуживания) и его субъекты. Оформление и использование права на товарный знак. Условия правовой охраны товарного знака (знака обслуживания). Международное сотрудничество в области охраны товарных знаков и знаков обслуживания. Гражданско-правовая защита прав владельцев товарных знаков и знаков обслуживания.

Тема 1.3: Способы защиты и меры ответственности в случае

Способы защиты и меры ответственности в случае

УК-1; УК-2



|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|   | нарушения интеллектуальных прав  | нарушения интеллектуальных прав. Условия гражданско-правовой ответственности за нарушение интеллектуальных прав. Понятие и состав гражданского правонарушения. Понятие и содержание вреда (убытков). Требование о взыскании компенсации. Основания освобождения от гражданско-правовой ответственности. Понятие и значение риска в гражданском праве. Пределы гражданско-правовой ответственности в случае нарушения интеллектуальных прав. Принцип полноты гражданско-правовой ответственности. Границы гражданско-правовой ответственности. Границы гражданско-правовой ответственности. Соотношение убытков и неустойки. Основания снижения размера гражданско-правовой ответственности. Учет вины субъектов правоотношения при определении размера гражданско-правовой ответственности. Особенности ответственности в случае нарушения личных неимущественных прав автора. Особенности ответственности в случае нарушения исключительных прав автора. |  |
| Практики:   |  |   |  |
| Практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы | Раздел 1: Исследовательский проект<br><br>Тема 1.1: Практика<br><br>Раздел 2: Программный проект<br>Тема 2.1: Программный проект | Анализ поставленного задания. Проведение исследований. Анализ полученных результатов.<br><br>Анализ технического задания. Разработка алгоритма решения поставленной задачи и поиск оптимальных путей решения. Написание и отладка программного кода.  | ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5<br><br>ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6; ПК-7 |



|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Научно-исследовательская работа                       | <p>Раздел 1: НИР</p> <p>Тема 1.1: НИР</p> <p>Раздел 2: НИР_</p> <p>Тема 2.1: НИР-Второй этап</p> <p>Раздел 3: Практика</p> <p>Тема 3.1: НИР-Третий этап</p> | <p>Выбор темы научно-исследовательской работы (НИР). Составление плана работ с научным руководителем. Обсуждение выполненных задач с научным руководителем согласно намеченному плану работ по НИР.</p> <p>Работа над задачами НИР. Обсуждение задач в рамках намеченного плана работ по НИР с научным руководителем. Корректировка плана работ при необходимости.</p> <p>Работа над задачами НИР. Обсуждение задач в рамках намеченного плана работ по НИР с научным руководителем. Корректировка плана работ при необходимости.</p> | <p>УК-1; УК-2; УК-5; УК-6; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7</p> <p>УК-1; УК-2; УК-5; УК-6; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7</p> <p>УК-1; УК-2; УК-5; УК-6; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7</p> |
| Выполнение и защита выпускной квалификационной работы | <p>Раздел 1: Практика</p> <p>Тема 1.1: НИР-Третий этап</p>  | <p>Работа над задачами НИР. Обсуждение работы с научным руководителем. Написание выпускной квалификационной работы.</p>   | <p>УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7</p>   |

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат: 0610 38F0 00CC AD13 B045 F90E 5F2F 9D6C F5  
Кому выдан: Глыбочко Петр Витальевич  
Действителен: с 25.10.2021 по 25.01.2023