

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 04.05.2026 14:10:17
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

Медицинский институт

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В БИМЕДИЦИНЕ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

06.04.01 БИОЛОГИЯ

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

ГЕННАЯ И ТКАНЕВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2026 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Искусственный интеллект в биомедицине» входит в программу магистратуры «Генная и тканевая инженерия» по направлению 06.04.01 «Биология» и изучается в 1 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра прикладного искусственного интеллекта. Дисциплина состоит из 3 разделов и 18 тем и направлена на изучение современных методов машинного обучения для решения задач в биологии, медицине и генной инженерии. Она охватывает основы ИИ, включая нейронные сети и алгоритмы анализа данных; применение ИИ в биоинформатике, геномике, протеомике и обработке биомедицинских текстов; этические и правовые аспекты использования ИИ в научных исследованиях. Курс сочетает теоретические знания с практическими навыками работы с данными, что позволяет студентам применять ИИ-технологии в реальных биомедицинских проектах.

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций в области искусственного интеллекта для анализа биологических данных – работы с геномными, протеомными и клиническими данными с использованием алгоритмов машинного обучения; разработки решений – создания и оптимизации ИИ-моделей для задач диагностики, персонализированной медицины и биотехнологий; критической оценки – понимания ограничений, этических норм и правовых рамок применения ИИ в биомедицине.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Искусственный интеллект в биомедицине» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-7	Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных	УК-7.1 Знает основные информационно-поисковые системы и международные базы данных; УК-7.2 Умеет применять приемы и методы поиска и анализа научной информации в профессиональной деятельности;
ОПК-6	Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок;	ОПК-6.1 Знает пути и перспективы применения современных компьютерных технологий в биологии, фармации и биомедицине; ОПК-6.2 Умеет работать с профессиональными базами и банками данных в избранной области профессиональной деятельности;

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-7	Способен в сфере своей профессиональной деятельности самостоятельно определять стратегию и проблематику исследований, принимать решения, в том числе инновационные, выбирать и модифицировать методы, отвечать за качество работ и внедрение их результатов, обеспечивать меры производственной безопасности при решении конкретной задачи;	ОПК-7.1 Знает основные источники и методы получения профессиональной информации, направления научных исследований в биофармацевтическом анализе и биомедицине; ОПК-7.2 Умеет выявлять перспективные проблемы и формулировать принципы решения актуальных научно-исследовательских задач на основе использования комплексной информации, в том числе на стыке областей знания;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Искусственный интеллект в биомедицине» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Искусственный интеллект в биомедицине».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-7	Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных		Научно-исследовательская работа;
ОПК-6	Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с		Статистические методы в биологии и медицине; Биоинформатика в биоинженерии;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок;		
ОПК-7	Способен в сфере своей профессиональной деятельности самостоятельно определять стратегию и проблематику исследований, принимать решения, в том числе инновационные, выбирать и модифицировать методы, отвечать за качество работ и внедрение их результатов, обеспечивать меры производственной безопасности при решении конкретной задачи;		Геномика: теория и практика; Биоинформатика в биоинженерии; Основы геномного редактирования;

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Искусственный интеллект в биомедицине» составляет «2» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			1
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	36		36
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	27		27
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	9		9
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	72	72
	зач.ед.	2	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Основы искусственного интеллекта и машинного обучения	1.1	Введение в искусственный интеллект: история, основные понятия и области применения	Краткая история ИИ: от экспертных систем к глубокому обучению и генеративным моделям. Ключевые понятия: алгоритм, модель, обучающая выборка, предсказание. Виды ИИ: узкий, общий, сильный. Области применения в биомедицине: диагностика, открытие препаратов, геномика, клинические решения. Примеры реальных систем: AlphaFold, IBM Watson Health, DeepMind.	ЛК
		1.2	Нейронные сети: архитектура, принципы работы и обучение	Биологический нейрон и его математическая модель. Многослойный перцептрон: входной, скрытые и выходной слои. Функции активации (ReLU, sigmoid, softmax). Метод обратного распространения ошибки. Переобучение и регуляризация. Свёрточные (CNN) и рекуррентные (RNN) сети — краткий обзор. Применение CNN для анализа медицинских изображений (гистология, МРТ).	ЛК
		1.3	Методы машинного обучения: классификация, регрессия, кластеризация	Обучение с учителем: классификация (логистическая регрессия, случайный лес, SVM) и регрессия (линейная, Ridge). Обучение без учителя: кластеризация (k-средних, иерархическая). Снижение размерности (PCA, UMAP). Оценка качества моделей: accuracy, precision, recall, F1, ROC-AUC. Примеры: классификация опухолей, кластеризация типов клеток по транскриптомным данным.	ЛК
		1.4	Практикум по работе с Python для ИИ (библиотеки NumPy, Pandas)	Работа в Google Colab. NumPy: массивы, операции, векторизация. Pandas: DataFrame, загрузка CSV, фильтрация, группировка, обработка пропусков. Практика: загрузка клинического датасета (например, Breast Cancer Wisconsin); описательная статистика; фильтрация по классу опухоли; построение корреляционной матрицы; подготовка данных к обучению модели.	СЗ
		1.5	Разработка простой нейронной сети на фреймворке TensorFlow/Keras	Работа в Google Colab. Разбор структуры кода Keras: Sequential, Dense, компиляция, fit, evaluate. Практика: построение нейросети для классификации опухолей по клиническим признакам (датасет Breast Cancer Wisconsin); разделение на train/test; обучение 10 эпох; вывод accuracy и loss; построение	СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				кривых обучения (график loss по эпохам).	
		1.6	Анализ и интерпретация результатов обучения моделей	Матрица ошибок (confusion matrix): что такое ложноположительные и ложноотрицательные результаты в медицине. ROC-кривая и AUC. Переобучение: как видно на графиках train/val loss. Интерпретируемость модели: SHAP-значения для объяснения предсказаний. Практика: построение confusion matrix и ROC-кривой для модели из предыдущего занятия; расчёт SHAP-значений; вывод: какие признаки наиболее влияют на предсказание.	СЗ
Раздел 2	Применение ИИ в биомедицинских исследованиях	2.1	ИИ в биоинформатике: анализ геномных и протеомных данных	Геномика и транскриптомика: форматы данных (FASTA, FASTQ, VCF). ИИ для предсказания структуры белка (AlphaFold2). Анализ RNA-seq данных: дифференциальная экспрессия генов. Предсказание вариантов патогенности. Протеомика: идентификация биомаркеров методами МО. Практические платформы: Galaxy, DeepVariant.	ЛК
		2.2	Обработка естественного языка (NLP) для биологических текстов и научных публикаций	Что такое NLP простыми словами. Применение в биомедицине: извлечение информации из статей, аннотаций, клинических записей. Модели: BERT, BioBERT, PubMedBERT. Named Entity Recognition (NER): выделение генов, заболеваний, препаратов из текста. Автоматическое реферирование. Поиск по литературе с помощью ИИ (Semantic Scholar, Elicit).	ЛК
		2.3	Большие данные (Big Data) в биологии: методы хранения и анализа	Понятие Big Data в биомедицине: объём геномных, транскриптомных, протеомных данных. Облачные платформы: AWS, Google Cloud Life Sciences, Terra. Форматы хранения: HDF5, Parquet. Принципы работы с большими таблицами. Открытые биомедицинские датасеты: UK Biobank, TCGA. Задачи, решаемые методами Big Data: поиск ассоциаций GWAS, интегративный анализ -omics.	ЛК
		2.4	Работа с базами данных (NCBI, UniProt) и их интеграция с ИИ-алгоритмами	Работа в Google Colab + браузер. NCBI: поиск генов, последовательностей (Entrez через Biopython). UniProt: структура записи, поиск белков, скачивание FASTA. Практика: загрузка последовательностей интересующего гена через Entrez; построение частотного анализа нуклеотидов; подготовка датасета последовательностей для классификатора (кодирующие vs. некодирующие участки).	СЗ
		2.5	Применение NLP для анализа медицинских	Работа в Google Colab. Библиотека Biopython (Entrez) для	СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
			статей (на примере PubMed)	автоматического поиска и скачивания аннотаций из PubMed. spaCy + scispaCy: биомедицинская NER. Практика: загрузка 50 аннотаций по заданной теме (например, «CRISPR cancer therapy»); извлечение упоминаний генов, заболеваний и препаратов; частотный анализ терминов; облако слов; выявление наиболее часто упоминаемых мишеней.	
		2.6	Визуализация биомедицинских данных с использованием Matplotlib/Seaborn	Работа в Google Colab. Matplotlib: линейный график, гистограмма, scatter plot. Seaborn: тепловая карта корреляций, boxplot, violin plot, pairplot. Практика: визуализация экспрессионного профиля генов: тепловая карта дифференциально экспрессированных генов; volcano plot (log2FC vs. -log10 p-value); UMAP-проекция кластеров клеток (датасет scRNA-seq); оформление графиков для публикации.	СЗ
Раздел 3	Этика, регулирование и инновации в ИИ для биомедицины	3.1	Этические аспекты использования ИИ: приватность, предвзятость, прозрачность	Приватность геномных данных: уникальность генома, риски деанонимизации. Алгоритмическая предвзятость в медицине: почему модели хуже работают на недопредставленных группах. Принципы объяснимого ИИ (XAI). «Чёрный ящик» в диагностике: кто несёт ответственность. Этика клинических испытаний с участием ИИ-систем. Принципы ВОЗ по этике ИИ в здравоохранении	ЛК
		3.2	Правовые нормы и регулирование ИИ-разработок в биомедицине (GDPR, HIPAA)	GDPR (ЕС): требования к обработке персональных медицинских данных, права пациентов, согласие. HIPAA (США): защита health information. Российское законодательство: 152-ФЗ, экспериментальный правовой режим для медицинского ИИ. EU AI Act: классификация медицинских ИИ-систем как высокорисковых. Регулирование алгоритмических медицинских изделий (FDA, Росздравнадзор).	ЛК
		3.3	Инновационные проекты на стыке ИИ и биомедицины: кейсы и перспективы	Кейс 1: AlphaFold2 и революция в структурной биологии. Кейс 2: ИИ в диагностике рака кожи (Esteva et al., Nature 2017). Кейс 3: предсказание эффективности CRISPR-редактирования с помощью МО. Кейс 4: ИИ для ускорения разработки препаратов (Insilico Medicine, Exscientia). Кейс 5: ИИ в вспомогательных репродуктивных технологиях (оценка эмбрионов). Тенденции: мультимодальные модели, federated learning в медицине.	ЛК
		3.4	Дискуссия: "Ответственное использование	Формат: структурированная дискуссия. Три кейса для разбора:	СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
			ИИ в генетических исследованиях"	(1) ИИ для предсказания наследственных заболеваний по геному новорождённого — кто имеет право на результаты; (2) алгоритм отбора эмбрионов при ЭКО по генетическим признакам — границы дозволенного; (3) компания продала обезличенные геномные данные — насколько они действительно анонимны. Студенты занимают позиции: исследователь, пациент, регулятор, этик.	
		3.5	Разбор реальных кейсов (например, ИИ в диагностике заболеваний)	Разбор 3 реальных публикаций: (1) диагностика диабетической ретинопатии (Google DeepMind); (2) предсказание сепсиса по данным ЭМК; (3) ИИ-анализ патогистологических слайдов для определения подтипа рака. Для каждого кейса: данные, метод, результат, ограничения, регуляторный статус. Обсуждение: готовы ли клиники доверять таким системам.	СЗ
		3.6	Подготовка мини-проекта: предложение решения биомедицинской задачи с использованием ИИ	Итоговый семинар. Каждый студент (или пара) защищает мини-проект: (1) постановка задачи (диагностика / предсказание / открытие биомаркера); (2) описание данных (источник, объём, признаки); (3) выбор метода МО и обоснование; (4) ожидаемый результат и метрика качества; (5) этические и правовые риски; (6) ограничения подхода. Защита 5–7 минут, вопросы группы.	СЗ

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Андрейчиков, А. В. Интеллектуальные информационные системы и методы искусственного интеллекта: учебник / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. — Москва: ИНФРА-М, 2024. — 530 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Магистратура). — DOI 10.12737/1009595. - ISBN 978-5-16-014883-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2132501>

2. Леонтьев С. М. РАЗВИТИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЛАСТИ БИМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ // Вестник магистратуры. 2023. №8 (143). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-i-primeneniye-iskusstvennogo-intellekta-v-oblasti-biomeditsinskih-issledovaniy>

Дополнительная литература:

1. Право и биомедицина: монография / отв. ред. Ф.В. Цомартова. — Москва: ИЗиСП: Норма: ИНФРА-М, 2025. — 136 с. — DOI 10.12737/1244960. - ISBN 978-5-00156-163-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2169157>

2. Баяк, Д. А. Правовые и этические проблемы искусственного интеллекта: учебник для магистратуры: [16+] / Д. А. Баяк, А. В. Попова; Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. – Москва: Прометей, 2022. – 300 с.: табл. – (Высшее образование: магистратура). – Режим доступа: по подписке. – URL:

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=701038>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<https://mega.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Знаниум» <https://znanium.ru/>

2. Базы данных и поисковые системы

- Sage <https://journals.sagepub.com/>

- Springer Nature Link <https://link.springer.com/>

- Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>

- Наукометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Искусственный интеллект в биомедицине».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

РАЗРАБОТЧИКИ:

_____	_____	Широкова Евгения Павловна _____
<i>Должность, БУП</i>	<i>Подпись</i>	<i>Фамилия И.О.</i>
_____	_____	Широкова Евгения Павловна _____
<i>Должность, БУП</i>	<i>Подпись</i>	<i>Фамилия И.О.</i>

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой	_____	Подолько Павел Михайлович [М] заведующий кафедрой _____
<i>Должность БУП</i>	<i>Подпись</i>	<i>Фамилия И.О.</i>

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

_____	_____	_____
<i>Должность, БУП</i>	<i>Подпись</i>	<i>Фамилия И.О.</i>