

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № 8/1/2025

от 25.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

БИОИНФОРМАТИКА

Направление подготовки
(специальность)

[1] 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	3	108	16	0	16		22	0	Э
8	2	72	15	0	15		6	0	Э
Итого	5	180	31	0	31	0	28	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе излагаются основные сведения о различных математических методах изучения символьных последовательностей, таких как динамическое программирование, скрытые марковские модели, нейронные сети и некоторые другие методы. Одновременно с математическими методами рассматриваются самые популярные символьные последовательности - генетические тексты и аминокислотные последовательности белков. В курсе приводятся данные о строении генетических текстов и биологических процессах в которых они участвуют.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются освоение современных математических методов поиска подобий между символьными последовательностями и изучение математических методов анализа их структуры и их приложение в различных областях науки, включая, прежде всего биологию, лингвистику, экономику, а так же формирование у магистров навыков, необходимых для успешной научной и профессиональной деятельности в различных областях математики.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с материалами предыдущих дисциплин, читаемых студентам физико-математических специальностей: математический анализ, аналитическая геометрия, теория функций комплексного переменного, теория вероятностей и математическая статистика.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по курсам теории вероятности и математической статистики. Необходимо уметь работать с матрицами, уметь программировать на языке C/C++, знать понятия из теории информации.

Полученные в результате освоения данной дисциплины навыки и знания используются, при подготовке дипломных проектов, при проведении научно-поисковых исследований.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
--	---------------------------	---	---

		стандарт-ПС, анализ опыта)	
научно-исследовательский			
Проведение фронтальных исследований в области фундаментальных и генеративных моделей: больших языковых, мульти-модальных и диффузионных	Современные фундаментальные и генеративные модели Ключевые слова: универсальная аппроксимация, законы масштабирования, оптимизация с регуляризацией, символьные методы, аугментация данных, сходимость и оценки сходимости методов оптимизации, самообучение, теория информации, распределенное обучение	ПК-8.15 [1] - (FC-2) Способен проводить фронтальные исследования в области фундаментальных и генеративных моделей <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001	3-ПК-8.15[1] - Знать:(FC-2) современные большие языковые, мульти-модальные модели и диффузионные модели ; У-ПК-8.15[1] - Уметь:(FC-2) проводить фронтальные исследования в области фундаментальных и генеративных моделей; В-ПК-8.15[1] - Владеть:(FC-2) навыками исследования и разработки больших языковых моделей (LLM) и других моделей для символьных данных, навыками исследования и создания мульти-модальных больших языковых моделей (LLM) навыками исследования и разработки диффузионных и других моделей для несимвольных данных
Применение современного математического аппарата для решения сложных задач искусственного интеллекта и разработки новых алгоритмов	Задачи искусственного интеллекта. Ключевые слова: графовые нейронные сети, теория случайных графов, гильбертовы пространства, операторы	ПК-8.6 [1] - (MF-5) Способен применять продвинутое математические методы (теория графов, функциональный анализ, теория категорий) для решения сложных задач ИИ и разработки новых алгоритмов <i>Основание:</i>	3-ПК-8.6[1] - Знать:(MF-5) математические алгоритмы и структуры данных для решения задач, в том числе в области ИИ; У-ПК-8.6[1] - Уметь:(MF-5) реализовывать математические алгоритмы в виде программных

		Профессиональный стандарт: 06.001	комплексов для решения различных задач, в том числе в области ИИ; В-ПК-8.6[1] - Владеть:(MF-5) навыками применения продвинутыми математическими алгоритмами для решения задач ИИ и разработки новых алгоритмов
Разработка математических моделей, алгоритмов и методов для решения различных задач.	Математические модели и алгоритмы.	ПК-2 [1] - Способен понимать, применять и совершенствовать современный математический аппарат <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001	3-ПК-2[1] - знать современный математический аппарат, используемый при описании, решении и анализе различных прикладных задач; У-ПК-2[1] - использовать современный математический аппарат для построения математических моделей и алгоритмов решения различных прикладных задач; В-ПК-2[1] - владеть навыками применения современного математического аппарата для построения математических моделей различных процессов, для обработки экспериментальных, статистических и теоретических данных, для разработки новых алгоритмов и методов исследования задач различных типов
проектный			
Применение технологии	Модели и методы машинного	ПК-8.2 [1] - способен применять технологии	3-ПК-8.2[1] - Знать базовые методы

искусственного интеллекта и методов машинного обучения для решения прикладных задач.	обучения.	искусственного интеллекта, методов машинного обучения в различных предметных областях с использованием различных моделей и методов машинного обучения <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001	анализа и обработки данных; У-ПК-8.2[1] - Уметь использовать технологии искусственного интеллекта и методы машинного обучения; В-ПК-8.2[1] - Владеть навыками обработки и анализа различных массивов данных с использованием оптимальных методов и подходов
--	-----------	---	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование профессионально значимых установок: не производить, не копировать и не использовать программные и технические средства, не приобретённые на законных основаниях; не нарушать признанные нормы авторского права; не нарушать тайны передачи сообщений, не практиковать вскрытие информационных систем и сетей передачи данных; соблюдать конфиденциальность доверенной информации (B40)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/0/8		25	КИ-8	3-ПК-8.15, У-ПК-8.15, В-ПК-8.15, 3-ПК-8.2, У-ПК-8.2, В-ПК-8.2, 3-ПК-8.6, У-ПК-8.6, В-ПК-8.6, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
2	Второй раздел	9-16	8/0/8		25	КИ-16	3-ПК-8.15, У-ПК-8.15, В-ПК-8.15, 3-ПК-8.2, У-ПК-8.2, В-ПК-8.2, 3-ПК-8.6, У-ПК-8.6, В-ПК-8.6, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		16/0/16		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	3-ПК-8.15, У-ПК-8.15, В-ПК-8.15, 3-ПК-8.2, У-ПК-8.2, В-ПК-8.2, 3-ПК-8.6, У-ПК-8.6, В-ПК-8.6, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
	<i>8 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/0/8		25	КИ-8	3-ПК-8.15, У-ПК-8.15, В-ПК-8.15, 3-ПК-8.2, У-ПК-8.2,

							В-ПК-8.2, З-ПК-8.6, У-ПК-8.6, В-ПК-8.6, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
2	Второй раздел	9-15	7/0/7		25	КИ-15	З-ПК-8.15, У-ПК-8.15, В-ПК-8.15, З-ПК-8.2, У-ПК-8.2, В-ПК-8.2, З-ПК-8.6, У-ПК-8.6, В-ПК-8.6, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		15/0/15		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	Э	З-ПК-8.15, У-ПК-8.15, В-ПК-8.15, З-ПК-8.2, У-ПК-8.2, В-ПК-8.2, З-ПК-8.6, У-ПК-8.6, В-ПК-8.6, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	16	0	16
1-8	Первый раздел	8	0	8
1 - 8	Раздел 1 Строение и пространственная организация биологических	Всего аудиторных часов		
		8	0	8

	макромолекул. Структура гена в геномах прокариот и эукариот. Экзоны и интроны. Генетический код. Транспортные РНК. Повторяющиеся последовательности различных классов. SINE и LINE семейства повторов. Уникальные последовательности ДНК. Интерсперсная организация геномов. Строение генных кластеров для альфа и бета глобиновых генов. Регуляция генетической активности генов. Псевдогены. Регуляторные последовательности ДНК. Процессы транскрипции, репликации и трансляции ДНК.	Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	8	0	8
9 - 16	Раздел 2 Понятие выравнивания двух символьных последовательностей. Простейшие методы определения статистической значимости выравниваний. Применение динамического программирования для поиска выравниваний. Локальное и глобальное выравнивание. Алгоритмы поиска выравниваний Blast и Fasta. Методы построения матриц весов PAM и BLOSUM. Математические методы и алгоритмы, применяемые при множественном выравнивании символьных последовательностей. Базы данных генетических последовательностей и их использование при анализе генетических текстов.	Всего аудиторных часов		
		8	0	8
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>8 Семестр</i>	15	0	15
1-8	Первый раздел	8	0	8
1 - 8	Раздел 1 Простые и скрытые Марковские модели и их применение к поиску локального и глобального выравнивания. Поиск GC –богатых областей при помощи простых Марковских моделей. Понятие последовательности состояний. Алгоритмы определения наиболее вероятной последовательности состояний в скрытой марковской модели, алгоритмы просмотра назад и вперед, алгоритм Viterbi.	Всего аудиторных часов		
		8	0	8
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Второй раздел	7	0	7
9 - 15	Раздел 2 Методы математической лингвистики и их применение для анализа произвольных символьных последовательностей. Словари символьных последовательностей. Понятие кодирующего потенциала и математические методы, направленные на поиск генов и кодирующих последовательностей. Математические методы построения нейронных сетей и их применение для поиска кодирующих элементов различных геномов. Математические алгоритмы поиска периодичности символьных последовательностей, основанные на методах динамического программирования. преобразования Фурье и информационного разложения символьных последовательностей.	Всего аудиторных часов		
		7	0	7
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>Понятие скрытой периодичности символьной последовательности. Применение скрытой периодичности для аннотации аминокислотных последовательностей. Триплетная периодичность нуклеотидных последовательностей и ее классы.</p> <p>Понятие сложности символьной последовательности и методы ее вычисления. Подсчет сложности вида H1 и H2. Профильный анализ символьных последовательностей и его применение для создания белковых семейств</p> <p>Принципы построения фрактальных изображений при анализе символьных последовательностей.</p>			
--	--	--	--	--

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 2	Лабораторная работа №1 Основные базы данных.
3 - 4	Лабораторная работа №2 Анализ биологических путей.
5 - 8	Лабораторная работа №3 Изучение структуры функций белков.
9 - 12	Лабораторная работа №4 Молекулярный докинг.
13 - 16	Лабораторная работа №5 Предсказание структуры функций белков.
	<i>8 Семестр</i>
1 - 2	Лабораторная работа №1 Парное выравнивание последовательностей.
3 - 4	Лабораторная работа №2 BLAST.
5 - 8	Лабораторная работа №3 Множественное выравнивание последовательностей.
9 - 13	Лабораторная работа №4 Молекулярная эволюция, филогения.
13 - 15	Лабораторная работа №5 Анализ экспрессии генов (микрочипы).

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекции и лабораторные работы проводятся с использованием современных компьютерных технологий, для проведения лекций используются компьютерные презентации. При выполнении домашнего задания студенты широко используют компьютерные технологии, в том числе языки программирования C/C++. При обсуждении тем лекционных занятий используются презентации, обсуждения последних научных работ, новые методы. Обязательным является самостоятельная работа студентов, выполнение индивидуальных заданий, работа с литературой.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-8.15	З-ПК-8.15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-8.15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-8.15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-8.2	З-ПК-8.2	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-8.2	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-8.2	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-8.6	З-ПК-8.6	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-8.6	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-8.6	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«Зачтено»	A
85-89	4 – «хорошо»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «удовлетворительно»		

60-64			Е
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«Не зачтено»	Ф

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1. Проведение лекционных и лабораторных занятий

В рамках курса предусмотрено проведение лекционных и лабораторных занятий. Используя прослушанный на лекциях материал, студенты должны научиться решать поставленные перед ними задачи.

В рамках занятий проводится активное обсуждение и анализ современных научных работ, вопросов и затруднений возникающих в процессе подготовки заданий.

На каждом занятии отмечается посещаемость студентов.

При изучении курса студентам рекомендуется внимательно ознакомиться с программой дисциплины, взять в библиотеке рекомендованную литературу.

2. Организация контроля успеваемости студентов

Организация контроля успеваемости студентов проводится с использованием фонда оценочных средств по данной дисциплине (ФОС). Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости по дисциплине используются

- Контроль по итогам

Рубежный контроль проводится дважды: в середине и в конце семестра. Промежуточный контроль выставляется на основе экзамена.

Для допуска к экзамену необходимо закрыть на положительную оценку все предложенные в рамках текущего контроля задания.

Для оценки образовательных достижений студентов используется 100 балльная шкала

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Проведение лекционных и лабораторных занятий

В рамках курса предусмотрено проведение лекционных и лабораторных занятий. Используя прослушанный на лекциях материал, студенты должны научиться решать поставленные перед ними задачи.

В рамках занятий следует проводить активное обсуждение и анализ современных научных работ, проводить групповой поиск ответов на вопросы возникающие у студентов при подготовке заданий и во время лекционных занятий. Основной упор на лекционных занятиях должен делаться на понимание излагаемого материала и умение его использовать при выполнении заданий.

На каждом занятии следует отмечать посещаемость студентов. Рекомендуется не допускать студентов до сдачи контрольных мероприятий регулярно пропускающих занятия.

На первом занятии необходимо ознакомить студентов с программой дисциплины, а также предложить литературу, которая потребуется для успешного освоения материала.

2. Организация контроля успеваемости студентов

Организация контроля успеваемости студентов проводится с использованием фонда оценочных средств по данной дисциплине (ФОС). Фонд оценочных средств (ФОС) – является

неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости по дисциплине используются

- Контроль по итогам

Рубежный контроль проводится дважды: в середине и в конце семестра..
Промежуточный контроль выставляется на основе экзамена.

Для допуска к экзамену необходимо закрыть на положительную оценку все предложенные в рамках текущего контроля задания.

Автор(ы):

Коротков Евгений Вадимович, д.б.н., профессор