

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 ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/08-577

от 29.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СИМВОЛЬНЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ АНАЛИЗА

Направление подготовки
(специальность)

[1] 01.04.02 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, экс./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|--|-----------|-----------|--|
| 1 | 4 | 144 | 32 | 0 | 32 | | 44 | 0 | Э |
| Итого | 4 | 144 | 32 | 0 | 32 | 0 | 44 | 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 групп, 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 | | | |
| Создание математических методов и алгоритмов, их реализация в виде программных комплексов для сбора, анализа и обработки данных. | Данные, описывающие различные физические, технологические, экономические и др. процессы. | ПК-4.1 [1] - способен проводить обработку и интеллектуальный анализ данных с использованием математического аппарата и современных цифровых <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.042 | З-ПК-4.1[1] - Знать математические подходы и алгоритмы анализа данных; У-ПК-4.1[1] - Уметь строить математические модели для анализа данных; В-ПК-4.1[1] - Владеть навыками обработки и анализа данных |
| Проведение научных исследований методами математического моделирования и прогнозирования самостоятельно и в составе научного коллектива. | Физические, технологические, экономические и др. явления и процессы, математические модели и алгоритмы, численные методы, комплексы прикладных компьютерных программ, прикладные интернет-технологии. | ПК-1 [1] - способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001, 06.017 | З-ПК-1[1] - Знать основные методы и принципы научных исследований, математического моделирования, основные проблемы профессиональной области, требующие использования современных научных методов исследования. ; У-ПК-1[1] - Уметь ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивать результаты исследований; формулировать результаты проведенного исследования в виде конкретных рекомендаций, проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива. ; В-ПК-1[1] - Владеть |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | | | навыками выбора и использования математических средств научных исследований, методами анализа и синтеза научной информации. |
| проектный | | | |
| Постановка целей и задач проектов в области профессиональной деятельности, разработка стратегии их достижения, формирование критериев и показателей эффективности проекта, создание концептуальных и теоретических моделей решаемых задач. | Методы, средства, технологии, используемые при разработке и реализации инновационных проектов и планировании ресурсов; информация, содержащаяся в научно-исследовательских и технологических отчетах, статьях, патентах и тп; математические модели, методы, алгоритмы; наукоемкое программное обеспечение. | ПК-5 [1] - способен четко формулировать цели и задачи научно-прикладных проектов, разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых задач <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008, 40.033 | З-ПК-5[1] - Знать основные цели и задачи научно-прикладных проектов, разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых задач. ; У-ПК-5[1] - Уметь четко формулировать цели и задачи научно-прикладных проектов, разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых задач; В-ПК-5[1] - Владеть навыками разработки теоретических моделей решаемых задач. |
| педагогический | | | |
| Педагогический дизайн и реализация образовательных программ и учебных дисциплин, на основе современных подходов и методик в том числе с использованием информационных и коммуникационных технологий в области прикладной математики и информатики. | Средства, технологии, ресурсы и сервисы электронного обучения и мобильного обучения, прикладные интернет-технологии. | ПК-9 [1] - способен использовать современные информационные технологии в образовательной деятельности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 01.003 | З-ПК-9[1] - Знать основные цели и задачи, особенности содержания и организации педагогического процесса. ; У-ПК-9[1] - Уметь использовать современные информационные технологии в образовательной деятельности.; В-ПК-9[1] - Владеть навыками использования современных информационных технологий в |

| | | | |
|---|--|--|--|
| | | | образовательной деятельности. |
| <p>Разработка образовательных программ высшего образования и дополнительного профессионального образования, разработка учебно-методических материалов по дисциплинам в области математических и компьютерных наук, проведение лекционных, практических и лабораторных занятий по основным, факультативным дисциплинам и спецкурсам в области прикладной математики и информатики.</p> | <p>Педагогическая деятельность с учетом специфики предметной области в образовательных организациях.</p> | <p>ПК-10 [1] - способен осуществлять подготовку и переподготовку кадров в области прикладной математики и информационных технологий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 01.003</p> | <p>З-ПК-10[1] - Знать основные цели и задачи, особенности содержания и организации педагогического процесса на основе компетентностного подхода; психологические особенности обучающихся; современные технологии диагностики и оценивания качества образовательного процесса; особенности педагогического взаимодействия в условиях изменяющегося образовательного пространства. ; У-ПК-10[1] - Уметь организовывать образовательно-воспитательный процесс в изменяющихся социокультурных условиях; применять психолого-педагогические знания в разных видах образовательной деятельности.; В-ПК-10[1] - Владеть навыками организации педагогического процесса для подготовки и переподготовки кадров в области прикладной математики и информационных</p> |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины | Недели | Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции |
|-------|---|--------|---|---|-------------------------------|-------------------------------------|---|
| | <i>1 Семестр</i> | | | | | | |
| 1 | Раздел 1 | 1-8 | 16/0/16 | | 25 | КИ-8 | 3-ПК-4.1, У-ПК-4.1, В-ПК-4.1, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10 |
| 2 | Раздел 2 | 9-16 | 16/0/16 | | 25 | КИ-16 | 3-ПК-4.1, У-ПК-4.1, В-ПК-4.1, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10 |
| | <i>Итого за 1 Семестр</i> | | 32/0/32 | | 50 | | |
| | Контрольные мероприятия за 1 Семестр | | | | 50 | Э | 3-ПК-4.1, У-ПК-4.1, В-ПК-4.1, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-5, |

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10 |
|--|--|--|--|--|--|--|--|

* – 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>1 Семестр</i> | 32 | 0 | 32 |
| 1-8 | Раздел 1 | 16 | 0 | 16 |
| 1 - 8 | Тема 1. Структура генетических текстов Строение и пространственная организация биологических 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. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 16 | 0 | 16 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 9-16 | Раздел 2 | 16 | 0 | 16 |
| 9 - 10 | Тема 2. Выравнивание символьных последовательностей 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 | Всего аудиторных часов | | |
| | | 5 | 0 | 5 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |

| | | | | |
|---------|---|------------------------|---|---|
| | использование при анализе генетических текстов. | | | |
| 11 - 12 | Тема 3. Применение Марковских моделей для анализа символьных последовательностей 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 | | |
| | | 5 | 0 | 5 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 13 - 16 | Тема 4. Статистические методы изучения символьных последовательностей 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. Понятие скрытой периодичности символьной последовательности. Применение скрытой периодичности для аннотации аминокислотных последовательностей. Триплетная периодичность нуклеотидных последовательностей и ее классы. 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 Принципы построения фрактальных изображений при анализе символьных последовательностей | Всего аудиторных часов | | |
| | | 6 | 0 | 6 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |

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 |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекции и семинары 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.

6. 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) |
|-------------|---------------------|-----------------------------------|
| ПК-1 | З-ПК-1 | Э, КИ-8, КИ-16 |
| | У-ПК-1 | Э, КИ-8, КИ-16 |
| | В-ПК-1 | Э, КИ-8, КИ-16 |
| ПК-10 | З-ПК-10 | Э, КИ-8, КИ-16 |
| | У-ПК-10 | Э, КИ-8, КИ-16 |
| | В-ПК-10 | Э, КИ-8, КИ-16 |
| ПК-4.1 | З-ПК-4.1 | Э, КИ-8, КИ-16 |
| | У-ПК-4.1 | Э, КИ-8, КИ-16 |
| | В-ПК-4.1 | Э, КИ-8, КИ-16 |
| ПК-5 | З-ПК-5 | Э, КИ-8, КИ-16 |
| | У-ПК-5 | Э, КИ-8, КИ-16 |
| | В-ПК-5 | Э, КИ-8, КИ-16 |
| ПК-9 | З-ПК-9 | Э, КИ-8, КИ-16 |
| | У-ПК-9 | Э, КИ-8, КИ-16 |
| | В-ПК-9 | Э, КИ-8, КИ-16 |

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» | «Не зачтено» | E |
| 60-64 | | | F |
| Ниже 60 | 2 – «неудовлетворительно» | | |

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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 57 М75 Молекулярная биология клетки Т.2 , , Москва ; Ижевск: Институт Компьютерных исследований, 2013
2. 57 М75 Молекулярная биология клетки Т.3 , , Москва ; Ижевск: Институт Компьютерных исследований, 2013
3. 57 П76 Применение современных молекулярно-биологических методов для поиска и клонирования полноразмерных нуклеотидных последовательностей кДНК : учебное пособие для вузов, Коростин Д.О. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 57 X26 Введение в вычислительную биологию. Эволюционный подход : , Вие Т., Хаубольд Б., Москва. Ижевск: Институт компьютерных исследований. Регулярная и хаотическая динамика, 2011
2. 57 M98 Математическая биология Т.2 Пространственные модели и их приложения в биомедицине, Мюррей Д., Москва. Ижевск: Ин-т компьютерных исследований. Регулярная и хаотическая динамика , 2011
3. 57 M75 Молекулярная биология клетки Т.1 , , Москва ; Ижевск: Институт Компьютерных исследований, 2013
4. 57 U97 Физические основы молекулярной биологии : , Уэй Т., Долгопрудный: Интеллект, 2010

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1. Проведение лекционных и практических занятий

В рамках курса предусмотрено проведение лекционных и практических 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 образовательной достижений студентов используется 100 балльная шкала

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Проведение лекционных и практических занятий

В рамках курсапредусмотрено проведение лекционных и практических 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.

Для оценки образовательной достижений студентов используется 100-балльная следующая шкала

Автор(ы):

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