

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)»

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат:
00D05D015A41D43C257354CF2FDDDD93F88
Владелец: РОСБИОТЕХ
Действителен: с 11.11.2024 по 04.02.2026

Рабочая программа дисциплины (модуля)
Б1.О.39 Математическое моделирование в биологии

Уровень высшего образования: **специалитет**
Специальность: **06.05.01 Биотехнология и биоинформатика**
Специализация: **Молекулярная и клеточная инженерия**
Квалификация: **биоинженер и биоинформатик**
Форма обучения: **очная**
Срок обучения: **5 лет**
Год набора: **2024**
Закреплена за кафедрой: **Автоматизированных систем управления биотехнологическими процессами**

Форма обучения: **очная**
Общая: **3 з.е.**
Часов по учебному плану: **108**
в том числе:
аудиторные занятия: **32**
самостоятельная работа: **75**
контактная работа в электронной среде: **0**
часов на контроль: **1**

Виды контроля:
Зачет - 7 семестр

Программу составил(и):

докт. техн. наук профессор Гданский Николай Иванович

докт. техн. наук профессор Крахмалев Олег Николаевич

Протокол кафедры: *№ 13 от 11.03.2025*

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели:

Формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области математического моделирования биологических процессов, включая построение, анализ и интерпретацию моделей для решения задач биоинформатики.

1.2. Задачи:

Изучение основных принципов и методов математического моделирования в биологии.

Освоение математического аппарата для описания биологических систем (дифференциальные уравнения, стохастические модели, агентные модели).

Развитие навыков программной реализации и численного анализа биологических моделей.

Применение моделей для решения практических задач в биоинформатике.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е.

2.2. Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7(4.1)		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32	32	32	32
в том числе КРВЭС				
Сам. работа	75	75	75	75
Часы на контроль	1	1	1	1

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Знать:	Уметь:	Владеть (иметь практический опыт):
ОПК-5 Способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа;	ОПК-5.1 Находит и использует информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки	Основные типы математических моделей в биологии и их применимость. Методы анализа устойчивости, стохастичности и оптимизации. Примеры успешного применения моделей в биоинформатике.	Формулировать биологические задачи в терминах математических моделей. Проводить численные расчеты и интерпретировать результаты. Критически оценивать адекватность моделей реальным процессам.	Работа с программными пакетами (Python, R, MATLAB) для моделирования. Анализ и визуализация данных биологических экспериментов. Навыки презентации и защиты результатов моделирования.
ОПК-7 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;	ОПК-7.1 Понимает принципы работы современных информационных технологий ОПК-7.2 Использует современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности			

4. СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ И ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Раздел 1. Основы математического моделирования биологических процессов

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практичес кой подготовк и	
1.1	Введение в математическое моделирование в биологии	Рассматриваются базовые понятия моделирования, классификация моделей (детерминированные, стохастические, дискретные, непрерывные). Обсуждаются примеры применения моделей в биологии, их преимущества и ограничения.	7	Лек	2		дискуссия (диспут)
1.2	Математический аппарат биологического моделирования	Основные математические методы: дифференциальные уравнения, теория вероятностей, линейная алгебра. Примеры их использования для описания динамики популяций, биохимических реакций и других биологических процессов.	7	Лек	2		дискуссия (диспут)
1.3	Построение простейших моделей популяционной динамики	Решение логистического уравнения и модели Лотки-Вольтерры с использованием Python или MATLAB. Анализ устойчивости решений и их биологическая интерпретация.	7	Лаб	2		работа на занятии
1.4	Моделирование ферментативной кинетики	Численное решение и анализ параметров модели. Влияние начальных условий и констант скорости на динамику системы.	7	Лаб	2		работа на занятии
1.5	История и современные тенденции в биологическом моделировании	Обзор ключевых исторических моделей и современных направлений.	7	Ср	11		самоконтроль
1.6	Ограничения математических моделей	Анализ случаев, когда модели дают некорректные предсказания, и обсуждение методов валидации.	7	Ср	10		самоконтроль

Раздел 2. Динамические системы в биологии

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практичес кой подготовк и	
2.1	Линейные и нелинейные динамические системы	Фазовые портреты, устойчивость, бифуркации.	7	Лек	2		дискуссия (диспут)
2.2	Особенности моделирования хаотического поведения	Детерминированный хаос в биологических системах	7	Лек	2		дискуссия (диспут)
2.3	Анализ устойчивости стационарных точек	Аналитический, графический, метод функций Ляпунова.	7	Лаб	2		работа на занятии
2.4	Моделирование колебательных систем	Численное решение уравнений, описывающих осцилляции. Построение графиков и анализ параметров.	7	Лаб	2		работа на занятии

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практичес кой подготовк и	
2.5	Стохастические колебания в малых популяциях	Влияние случайных факторов на вымирание видов и генетический дрейф.	7	Ср	12		самоконтроль

Раздел 3. Стохастические модели и методы в биологии

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практичес кой подготовк и	
3.1	Основы стохастического моделирования	Рассматриваются ключевые понятия теории вероятностей и случайных процессов, применяемые в биологии. Обсуждаются примеры использования стохастических моделей для описания изменчивости биологических систем.	7	Лек	2		дискуссия (диспут)
3.2	Методы статистического анализа в биоинформатике	Изучаются подходы к обработке биологических данных, включая методы проверки гипотез, регрессионный анализ и алгоритмы машинного обучения.	7	Лек	2		дискуссия (диспут)
3.3	Моделирование случайных процессов в биологии	Практическое применение генераторов случайных чисел для имитации биологических явлений. Анализ полученных данных и их интерпретация.	7	Лаб	2		работа на занятии
3.4	Статистическая обработка экспериментальных данных	Использование программных средств (Python, R) для анализа биологических данных. Построение графиков, расчет статистических показателей и проверка значимости результатов.	7	Лаб	2		работа на занятии
3.5	Вероятностные модели в биологии	Изучение подходов к моделированию случайных процессов в живых системах. Рассматриваются базовые распределения (Пуассона, нормальное, биномиальное) и их применение для анализа биологических данных.	7	Ср	11		самоконтроль
3.6	Применение машинного обучения в биологии	Обзор основных алгоритмов (классификация, регрессия, кластеризация) и их использования для обработки биомедицинских данных, прогнозирования биологических процессов и автоматизации анализа экспериментов.	7	Ср	11		самоконтроль

Раздел 4. Прикладные аспекты математического моделирования в биологии

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практической подготовки	
4.1	Практическое применение биологических моделей	Рассматриваются реальные примеры использования математических моделей для решения задач в медицине, экологии и биотехнологии. Анализируются кейсы успешного применения моделирования в научных исследованиях и промышленности.	7	Лек	2		дискуссия (диспут)
4.2	Оптимизация биологических процессов	Изучаются методы математической оптимизации применительно к биологическим системам. Обсуждаются подходы к повышению эффективности биотехнологических производств.	7	Лек	2		дискуссия (диспут)
4.3	Компьютерное моделирование биологических систем	Практическая работа с современными программными пакетами для имитации биологических процессов.	7	Лаб	2		работа на занятии
4.4	Анализ и интерпретация результатов моделирования	Освоение навыков визуализации и статистической оценки результатов.	7	Лаб	2		работа на занятии
4.5	Современные тенденции в биологическом моделировании	Изучение перспективных направлений развития математического моделирования в биологии.	7	Ср	10		самоконтроль
4.6	Этические аспекты биологического моделирования	Рассмотрение правовых и этических вопросов, связанных с применением математических моделей в биологии	7	Ср	10		самоконтроль

* Лек - лекционные занятия; Пр - практические занятия; Лаб - лабораторные занятия; СР - самостоятельная работа; КРВЭС - контактная работа в электронной среде; Эк - экзамен; За - зачет; ЗаО - зачет с оценкой

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Рекомендуемая литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Адрес
5.1.1.	Щукина Н. В., Харитонов Н. Д.	Математическое моделирование: учебное пособие	Омск: Омский ГАУ, 2022	https://e.lanbook.com/book/326441
5.1.2.	Алпатов Ю. Н.	Математическое моделирование производственных процессов: учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2023	https://e.lanbook.com/book/330485
5.1.3.	Горлач Б. А., Шахов В. Г.	Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация: учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2023	https://e.lanbook.com/book/305219
5.1.4.	Зариковская Н. В.	Математическое моделирование систем: учебное пособие	Москва: ТУСУ, 2018	https://e.lanbook.com/book/313787

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Адрес
5.1.5.	Исаева Н. М., Добрынина И. В., Сорокина Н. В.	Математическое моделирование в биологии: учебно-методическое пособие	Тула: ТГПУ, 2018	https://e.lanbook.com/book/113619
5.1.6.	Прохорова Н. В.	Математическое моделирование в биологии и экологии	Самара: Самарский университет, 2021	https://e.lanbook.com/book/256877
5.1.7.		Обработка информации и математическое моделирование. 20-21 апреля 2022 г.: материалы русской научно-технической конференции	Новосибирск: СибГУТИ, 2022	https://e.lanbook.com/book/257303

5.2. Перечень информационных технологий

5.2.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

Операционная система Linux

Свободный пакет офисных приложений OpenOffice

КОМПАС-3D

Anylogic 8.8.6 personal learning edition

Microsoft Visual Studio Code

Python Launcher

5.2.2. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронная информационно-образовательная среда РОСБИОТЕХ. Режим доступа: <https://i.cloud.mgupp.ru/>

Система e-learning РОСБИОТЕХ. Режим доступа: <http://e-learning.mgupp.ru/>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>

Электронная библиотечная система "Лань". Режим доступа: <https://e.lanbook.ru/>

Электронная библиотечная система "Znaniy". Режим доступа: <https://znaniy.ru/>

Национальная электронная библиотека. Режим доступа: <https://rusneb.ru/>

5.3. Методические рекомендации к изучению дисциплины

Методические указания для обучающихся при работе над конспектом лекций во время проведения лекции

Лекция – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера. В процессе лекций рекомендуется вести конспект, что позволит впоследствии вспомнить изученный учебный материал, дополнить содержание при самостоятельной работе с литературой, подготовиться к промежуточной аттестации. Следует также обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Любая лекция должна иметь логическое завершение, роль которого выполняет заключение. Выводы по лекции подытоживают размышления преподавателя по учебным вопросам. Формулируются они кратко и лаконично, их целесообразно записывать. В конце лекции, обучающиеся имеют возможность задать вопросы преподавателю по теме лекции.

Методические указания для обучающихся по выполнению практических и лабораторных работ

Практические и лабораторные работы выполняются в соответствии с учебным планом при последовательном изучении разделов (тем) учебной дисциплины.

Прежде чем приступать к выполнению практической работы, обучающемуся необходимо:

- ознакомиться с соответствующими разделами (темами) учебной дисциплины по рекомендованной учебной литературе;
- ознакомиться с порядком проведения занятия, критериях оценки результатов работы;
- ознакомиться с заданием и сроках выполнения, о требованиях к оформлению и форме представления результатов;
- настроить под руководством преподавателя инструментальные средства, необходимые для проведения практической работы (при их наличии).

В ходе выполнения практической (лабораторной) работы необходимо следовать инструкциям, использовать материал лекций, рекомендованной литературы, источников интернета, активно использовать помощь преподавателя на занятии.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся направлена на самостоятельное изучение отдельных тем/вопросов учебной дисциплины. Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося, ее объем по дисциплине определяется учебным планом.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом самостоятельного получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме. Изучая материал по учебной книге (учебнику, учебному пособию, монографии, и др.), следует переходить к следующему вопросу только после полного уяснения предыдущего, фиксируя выводы и вычисления (конспектируя), в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода. Особое внимание обучающийся должен обратить на определение основных понятий учебной дисциплины. Надо подробно разбирать примеры, которые поясняют определения. Рекомендуется составлять опорные конспекты. Выводы, полученные в результате изучения учебной литературы, рекомендуется в конспекте выделять. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений учебной дисциплины. Вопросы, которые вызывают у обучающегося затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося, ее объем по учебной дисциплине определяется учебным планом.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ (оборудование и технические средства обучения)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой. Основное оборудование: комплект учебной мебели для обучающихся (стол, стул); рабочее место преподавателя (стол, стул); компьютер с выходом в интернет и обеспечением доступа в ЭИОС Университета; технические средства обучения: мультимедийное оборудование (проектор, экран), наглядные материалы – схемы плакаты.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся - оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и обеспечением доступа в ЭИОС Университета.

Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации Основное оборудование: рабочее место преподавателя (стол, стул, компьютер с выходом в интернет и доступом в ЭИОС Университета); комплект учебной мебели для обучающихся и компьютеры с выходом в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС Университета; технические средства обучения: мультимедийное оборудование (проектор, экран).

Специализированная лаборатория. Основное оборудование: комплект учебной мебели для обучающихся; рабочее место преподавателя, лабораторное оборудование, инвентарь, расходные материалы и средства. Технические средства обучения: мультимедийное оборудование, наглядные материалы – схемы плакаты.
