



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.О.45 **«МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**

Специальность: 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного факультета

Протокол № 5 от 21 марта 2025 г.

Председатель А.Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики

Протокол № 12 от 19 марта 2025 г.

Зав. кафедрой В.П. Саловарова

Иркутск 2025 г.

Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	3
IV. Содержание и структура дисциплины	7
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	
4.3 Содержание учебного материала	
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	14
а) перечень литературы	
б) периодические издания	
в) список авторских методических разработок	
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	17
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	
6.2. Программное обеспечение	
6.3. Технические и электронные средства обучения	
VII. Образовательные технологии	20
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	21

I. Цель и задачи дисциплины:

Цель: Изучить основы и методы математического моделирования различных биологических процессов и систем для практического применения полученных знаний и навыков для решения профессиональных задач.

Задачи:

- изучить спектр математических методов, применяемый для моделирования биологических систем и биологических процессов.
- изучить способы математической формализации типовых биологических процессов с помощью алгебраических и дифференциальных уравнений и методов имитационного моделирования;
- изучить методы теории вероятностей и математической статистики, применимые при анализе биологических данных
- освоить методы аналитического и численного исследования математических моделей;
- ознакомиться с различными типовыми моделями биологических процессов и биологических систем и научиться исследовать их с помощью различных аналитических и численных методов;
- рассмотреть основные направления биологии, использующие математические модели для исследований закономерностей в биологических системах.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.О.45 «**Моделирование биологических процессов**» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Изучается на 4 курсе, в 8 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Математика», «Физика», «Информатика», «Экология», «Иностранный язык».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: выполнение ВКР.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.03.01 «Биоинженерия биоинформатика»:

К-2: Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

ОПК-3: Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-2 Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	<i>ИДК ОПК-2.1</i> Демонстрирует специализированные знания в области фундаментальных разделов математики, физики, химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований	Знать: литературу по теме, владеть навыками анализа информации сети «интернет» для поиска и освоения новых методов анализа данных и информационных технологий, применимых при изучении физиологии, генетики и экологии биосистем. Уметь: выбирать оптимальные методы и программы для решения задач в области анализа биологической информации по разным разделам биологических дисциплин включающих физиологию, генетику и экологию на уровне организмов и биосистем. Владеть: методами построения сложных алгоритмов, принцип нисходящего программирования для анализа сложных биологических моделей и биосистем в физиологии, биохимии (метаболизме), генетики и экологии.
	<i>ИДК ОПК-2.2</i> Умеет использовать навыки проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики с учетом специализированных фундаментальных знаний	Знать: классификацию алгоритмов, основные типы алгоритмов, синтаксис базовых алгоритмов в языках программирования, процедуры и функции в языках программирования, базовые функции обработки и визуализации статистических данных и результатов моделирования научных экспериментов. Уметь: анализировать входные и выходные данные разрабатываемого алгоритма, производить отладку и тестирование разработанных алгоритмов описываемых биологических моделей и систем, научных экспериментов, обрабатывать и визуализировать статистические данные и результаты моделирования с помощью базовых средств языков программирования. Владеть: навыками анализа сложных данных в различных отраслях биологии и биоинформатики для планирования и проведения научных экспериментов.
	<i>ИДК ОПК-2.3</i> Владеет методами химии, физики и математического моделирования для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики	Знать: классификацию основных типов математических моделей и математических функций для описания и исследования биологических систем и биологических процессов. Уметь: осуществлять интерпретацию результатов математического моделирования и математических расчетов. Владеть: методами анализа комплексных биологических данных с использованием

		различных вычислительных и численных методов
ОПК-3 Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований	<i>ИДК ОПК-3.1</i> Проводит экспериментальную работу с организмами и клетками с использованием физико-химических методов исследования макромолекул	Знать: основные математические понятия и методы, применимые для анализа биологических систем и биологических данных, полученных при исследовании биологических объектов. Уметь: адекватно выбрать математический метод для описания биологических объектов и биологических процессов с учетом возможности применения современных вычислительных систем. Владеть: основными принципами формализации сложных биологических систем в виде математических моделей, анализируемых с помощью современного вычислительного оборудования.
	<i>ИДК ОПК-3.2</i> Демонстрирует практические навыки математических методов обработки результатов экспериментальных исследований	Знать: цель, основные задачи и области применения математических и статистических методов в рамках направления подготовки. Уметь: формализовать исследуемую биологическую систему и биологический процесс в виде математической модели, использовать биологические данные для проверки и тестирования математических моделей и анализа достоверностей результатов. Владеть: методами анализа и исследования разработанных математических моделей для описания различных биологических процессов и биосистем, методами тестирования достоверностей получаемых данных.
	<i>ИДК ОПК-3.3</i> Владеет опытом применения методов для исследования макромолекул, обработки результатов биологических исследований, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.	Знать: особенности и основные свойства биологических систем, описываемых с помощью математических методов, методов кластеризации и систематизации биологических объектов. Уметь: выбирать адекватные методы для анализа биологических данных систематизации и кластеризации биологических объектов. Владеть: навыками совершенствования своих профессиональных качеств в области построения математических моделей и анализа и систематизации биологических данных.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 28 часов.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся , практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельн ая работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Методы линейной алгебры в биологических исследованиях.	7	7	2	1	2		4	Опрос КСР
2	Тема 2. Понятие функция, математические методы исследований функций и их применения для описания биологических систем.	7	9	4	1	2		4	Опрос КСР
3	Тема 3. Дифференциальные уравнения и системы уравнений, описание сложных биологических систем в виде дифференциальных уравнении.	7	7	2	1	2		4	Опрос КСР
4	Тема 4. Численные методы интегрирования	7	11	4	1	2		6	

	дифференциальных уравнений.								
5	Тема 5. Теория вероятностей и ее применение для исследования биологических систем.	7	11	2	1	2		6	Опрос КСР
6	Тема 6. Методы математической статистики. Основы тестирования статистических гипотез при исследовании биологических данных.	7	11	2	1	4		6	Опрос КСР
7	Тема 7. Методы теории случайных процессов для описания биологических систем.	7	12	2	2	4		6	Опрос КСР
8	Тема 8. Имитационное компьютерное моделирование в биологии.	7	12	2	2	4		6	Опрос КСР
9	Тема 9. Простейшие математические модели биологических процессов, описываемые системами дифференциальными уравнениями с несколькими переменными.	7	12	2	2	4		6	Опрос КСР
10	Тема 10. Примеры математических моделей в генетике, эволюционной биологии, биохимии, экологии.	7	12	2	2	4		6	Опрос КСР

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
7	Тема 1. Методы линейной алгебры в биологических исследованиях.	1. Разбор темы лекции и практического занятия. 2. Подготовка по контрольным вопросам. 3. Решение домашних заданий по теме системы линейных и нелинейных уравнений.	1	4	Письменная работа Доклад КСР	Раздел 5 а-в

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
7	Тема 2. Понятие функция, математические методы исследований функций и их применения для описания биологических систем.	1. Разбор темы лекции и практического занятия. 2. Подготовка по контрольным вопросам. 3. Решение домашних задание по теме системы линейных и нелинейных уравнений.	2	4	Письменная работа КСР	- « -
7	Тема 3. Дифференциальные уравнения и системы уравнений, описание сложных биологических систем в виде дифференциальных уравнений.	1. Разбор темы лекции и практического занятия. 2. Подготовка по контрольным вопросам. 3. Решение домашних задание по теме системы линейных и нелинейных уравнений.	4	4	Письменная работа КСР	- « -
7	Тема 4. Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений.	1. Разбор темы лекции и практического занятия. 2. Подготовка по контрольным вопросам. 3. Решение домашних задание по теме системы линейных и нелинейных уравнений.	5	6	Письменная работа КСР	- « -
7	Тема 5. Теория вероятностей и ее применение для исследования биологических систем.	1. Разбор темы лекции и практического занятия. 2. Подготовка по контрольным вопросам. 3. Решение домашних задание по теме системы линейных и нелинейных уравнений.	6	6	Письменная работа КСР	- « -

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
7	Тема 6. Методы математической статистики. Основы тестирования статистических гипотез при исследовании биологических данных.	1. Разбор темы лекции и практического занятия. 2. Подготовка по контрольным вопросам. 3. Решение домашних задание по теме системы линейных и нелинейных уравнений.	8	6	Письменная работа КСР	- « -
7	Тема 7. Методы теории случайных процессов для описания биологических систем.	1. Разбор темы лекции и практического занятия. 2. Подготовка по контрольным вопросам. 3. Решение домашних задание по теме системы линейных и нелинейных уравнений.	9	6	Письменная работа КСР	- « -
7	Тема 8. Имитационное компьютерное моделирование в биологии.	1. Разбор темы лекции и практического занятия. 2. Подготовка по контрольным вопросам. 3. Решение домашних задание по теме системы линейных и нелинейных уравнений.	10	6	Письменная работа Доклад КСР	- « -
7	Тема 9. Простейшие математические модели биологических процессов, описываемые системами дифференциальными уравнениями с несколькими переменными.	1. Разбор темы лекции и практического занятия. 2. Подготовка по контрольным вопросам. 3. Решение домашних задание по теме системы линейных и нелинейных уравнений. 4. Подготовка к устному докладу.	11	6	Письменная работа Доклад КСР	- « -

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
7	Тема 10. Примеры математических моделей в генетике, эволюционной биологии, биохимии, экологии.	1. Разбор темы лекции и практического занятия. 2. Подготовка по контрольным вопросам. 3. Решение домашних заданий по теме системы линейных и нелинейных уравнений. 4. Подготовка к устному докладу.	13	6	Письменная работа Доклад КСР	- « -
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 54						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 28 часов.						

4.3 Содержание учебного материала

Тема 1. Методы линейной алгебры в биологических исследованиях. Данная тема предназначена для обучения студентов навыкам решения систем линейных и нелинейных уравнений аналитическими и численными методами. Рассматривается тема векторов в многомерном пространстве.

Тема 2. Понятие функция, математические методы исследований функций и их применения для описания биологических систем. Вводится понятие функции и функциональная зависимость. Рассматриваются примеры элементарных функции, их комбинаций для описания биологических процессов. Изучаются методы дифференциального и интегрального исчисления для исследования функций.

Тема 3. Дифференциальные уравнения и системы уравнений, описание сложных биологических систем в виде дифференциальных уравнений. Рассматриваются линейные, нелинейные дифференциальные уравнения и системы дифференциальных уравнений. Осваиваются методы аналитического и численного интегрирования дифференциальных уравнений. Рассматриваются различные классы задач по составлению дифференциальных уравнений для описания биологических систем.

Тема 4. Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений. В рамках темы рассматривается метод Эйлера и метод Эйлера с пересчетом для численного интегрирования дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений. Рассматривается алгоритм реализации метода с помощью языков программирования высокого уровня. Изучается вопрос о точности численных методов для решения различных практических задач в области анализа биологических систем.

Тема 5. Теория вероятностей и ее применение для исследования биологических систем. Рассматриваются основные понятия теории вероятностей. Разбираются различные задачи на основные теоремы теории вероятностей. Вводится понятия закона распределения случайных чисел. Изучаются основные законы распределения случайных величин в биологии.

Тема 6. Методы математической статистики. Основы тестирования статистических гипотез при исследовании биологических данных. Водится понятие задачи, связанной с проверкой статистических гипотез. Рассматривается ряд простейших задач, связанных с проверкой и тестирование статических гипотез. Изучаются аналитические численные методы (бутстреп анализ) для тестирования статистических гипотез.

Тема 7. Методы теории случайных процессов для описания биологических систем. В данное теме рассматриваются основание понятия теории случайных процессов. Приводятся приемы задач, связанных с исследованием биологических систем и биологических процессов методами теории случайных процессов

Тема 8. Имитационное компьютерное моделирование в биологии. Рассматриваются основные подходы имитационного моделирования. Изучается спектр биологических задач решаемых методом имитационного моделирования.

Тема 9. Простейшие математические модели биологических процессов, описываемые системами дифференциальными уравнениями с несколькими переменными. В рамках темы рассматриваются различные простейшие биологические

системы и модели (модели динамики популяций, модели эпидемических процессов, модели метаболизма и регуляции экспрессии генов), описываемые системами уравнений первого порядка, разрешенными относительно производной.

Тема 109. Примеры математических моделей в генетике, эволюционной биологии, биохимии, экологии. Рассматривается спектр сложных моделей биологических процессов и систем, исследуемых с помощью комплексного подхода, использующего разные математические методы: модели стохастических генетических процессов, модели эволюционной динамики, модели молекулярной динамики, модели квантов механических биологических процессов.

Тема 1. Введение. Языки программирования. Классификация языков

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочн ые средства	Формируемы е компетенции (индикаторы) *
			Всего часов	Из них практическа я подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1	Решение систем алгебраических линейных и нелинейных уравнений, составление систем алгебраических уравнений, описывающих биологические процессы, численные метода решения систем алгебраических уравнений	2	2	Опрос КСР	ОПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК -2.2 ИДК ПК -2.3 ОПК-3 ИДК ПК 3.1 ИДК ПК -3.2 ИДК ПК -3.3
2	Тема 2	Исследование функций с помощью методов математического анализа. Составление и исследование функций, описывающих биологические процессы	2	2	Опрос КСР	ОПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК -2.2 ИДК ПК -2.3 ОПК-3 ИДК ПК 3.1 ИДК ПК -3.2 ИДК ПК -3.3
3	Тема 3	Решение и исследование дифференциальных уравнений и систем	2	2	Опрос КСР	ОПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК -2.2 ИДК ПК -2.3

		дифференциальных уравнений аналитическими методами				ОПК-3 ИДК ПК 3.1 ИДК ПК -3.2 ИДК ПК -3.3
4	Тема 4	Решение и исследование дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений численными методами	2	2	Опрос КСР	ОПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК -2.2 ИДК ПК -2.3 ОПК-3 ИДК ПК 3.1 ИДК ПК -3.2 ИДК ПК -3.3
5	Тема 5	Решение задач по теории вероятностей и законов распределений	2	2	Опрос КСР	ОПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК -2.2 ИДК ПК -2.3 ОПК-3 ИДК ПК 3.1 ИДК ПК -3.2 ИДК ПК -3.3
6	Тема 6	Решение задач по теме аналитические и численные методы тестирования статистических гипотез	4	4	Опрос КСР	ОПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК -2.2 ИДК ПК -2.3 ОПК-3 ИДК ПК 3.1 ИДК ПК -3.2 ИДК ПК -3.3
7	Тема 7	Решение задач по теме описание и исследование биологических систем методами теории случайных процессов.	4	4	Опрос КСР	ОПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК -2.2 ИДК ПК -2.3 ОПК-3 ИДК ПК 3.1 ИДК ПК -3.2 ИДК ПК -3.3
8	Тема 8	Решение задач по теме разработка и исследование имитационных моделей биологических процессов	4	4	Опрос КСР	ОПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК -2.2 ИДК ПК -2.3 ОПК-3

						ИДК ПК 3.1 ИДК ПК -3.2 ИДК ПК -3.3
9	Тема 9	Решение задач по исследованию биологических систем, поведение которых описывается системами дифференциальных уравнений	4	4	Опрос КСР	ОПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК -2.2 ИДК ПК -2.3 ОПК-3 ИДК ПК 3.1 ИДК ПК -3.2 ИДК ПК -3.3
10	Тема 10	Исследование математических модели описывающих сложные генетические сити, регулирующие внутриклеточные процессы.	4	4	Опрос КСР	ОПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК -2.2 ИДК ПК -2.3 ОПК-3 ИДК ПК 3.1 ИДК ПК -3.2 ИДК ПК -3.3

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Тема 1. Введение. Языки программирования. Классификация языков программирования. Алгоритмы и их классификация.	Самостоятельное изучение темы «Язык программирования Java, его использование при анализе биологических данных и разработки математических моделей биологических процессов». Самостоятельное изучение темы «Язык программирования Python, его использование при анализе биологических данных и разработки математических моделей биологических процессов». Подготовка докладов по темам.	ОПК-2 ОПК-3	ИДК ОПК-2.1 ИДК ОПК-2.2 ИДК ОПК-2.3 ИДК ОПК-3.1 ИДК ОПК-3.2 ИДК ОПК-3.3
3.	Тема 8. Алгоритмы машинной графики, визуализация данных.	Самостоятельное изучение темы «Библиотека машинной графики Gnuplot и ее использование для визуализации научной графики».	ОПК-2 ОПК-3	ИДК ОПК-2.1 ИДК ОПК-2.2 ИДК ОПК-2.3 ИДК ОПК-3.1 ИДК ОПК-3.2 ИДК ОПК-3.3

		Самостоятельное изучение темы «Свободно распространяемая программа для обработки векторной графики Inkscape и ее использование для визуализации научной графики». Подготовка докладов по темам.		
--	--	---	--	--

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебного процесса и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, и экзамену по предмету.

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Моделирование биопроцессов» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- Работа по изучению темы с использованием материалов практического занятия.
- Подбор, изучение, анализ рекомендованной литературы.
- Подготовка устных докладов по темам занятий
- Изучения тем занятий, вынесенных на самостоятельное изучение, подготовка устных докладов по темам.

- Самостоятельное изучение программного обеспечения для выполнения задач по анализу геномных и протеомных данных.

- Самостоятельное решения домашних задач по анализу геномных и протеомных данных на основе опыта, полученного на практических занятиях.

- Подготовка письменных отчетов по решению домашних задач.

- Подготовка к экзамену.

Письменный отчет по решению домашних заданий – это отчет о выполнении домашнего задания по темам дисциплины, содержащий следующую информацию:

- Ф.И.О. номер группы студента;
- номер задания;
- формулировка задания;
- список программного обеспечения и интернет сервисов и баз данных, применяемых для решения задания с указанием параметров для запуска;
- описание результат решения задания с приведением таблиц и рисунков в соответствии с формулировкой задания.

Критерий оценки отчета по решению домашнего задания:

- Оценка «зачтено». Задание выполнено правильно и в полном объеме, все таблицы и графики согласно формулировке задания предоставлены в отчете.

- Оценка «не зачтено». Задание выполнено не правильно или не в полном объеме, вопрошается на переделку и доработку.

Устный доклад – это сообщение в течение 10-15 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал по соответствующей теме, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

Критерии оценивания устного доклада:

- Оценка «отлично». В докладе полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, соблюдая основные правила культуры речи. Доклад сопровождается презентацией, которая отражает основные положения доклада, презентация составлена грамотно с соблюдением общих требований, правил шрифтового оформления, подачи графического материала, имеются ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д., приводится список использованной литературы. При обсуждении доклада студент дает исчерпывающие, аргументированные, корректные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо». Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента не на все вопросы являются исчерпывающими и аргументированными.

- Оценка «удовлетворительно». Тема раскрыта не полно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент не всегда дает правильные, исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.

- Оценка «неудовлетворительно». Тема доклада не раскрыта, скудный объем приведенных материалов; презентация отсутствует. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют заданным вопросам.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов): не предусмотрены учебным планом.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) перечень литературы

1. Мятлев В.Д., Панченко Л.А., Ризниченко Г.Ю., Терехин А.Т. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. изд.: Академия, 2009 г. 315 с. (Университетский учебник. Высшая математика и ее приложение в биологии) ISBN 978-5-7695-4704-1.+
2. Дамешек Л.Ю. Высшая математика [Текст]: учебное пособие для биологов. "Иркутский гос. ун-т". - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. - 213 с.: ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-9624-0637-4+
3. Шипачев В.С. Высшая математика. Базовый курс [Текст] : учеб. пособие / В. С. Шипачев ; ред. А. Н. Тихонов. - 8-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во Юрайт, 2011. - 447 с. - ISBN 978-5-9916-0822-0. – ISBN 978-5-9692-0970-1 (10 экз.)+

б) периодические издания

1. <https://www.matbio.org/> - сайт журнала «Математическая биология и биоинформатика». Содержит большое количество статей в pdf – формате.
2. <https://journal.r-project.org/> - сайт журнала по статистическим методам на R, «The R Journal».

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://dmb.biophys.msu.ru> - Информационная система «Динамические модели в биологии», рассчитанная на широкий круг пользователей, включает в себя гипертекстовые документы и реляционные базы данных и обеспечивает унифицированный доступ к разнообразной информации по данной предметной области.

2. <http://www.jcbi.ru/> - сайт объединенного центра вычислительной биологии и биоинформатики
3. <http://mathmod.aspu.ru/> - Сайт совместной лаборатории Института математических проблем биологии Российской академии наук и Астраханского государственного университета
4. <http://www.exponenta.ru/> - образовательный математический сайт
5. <http://www.library.biophys.msu.ru/MathMod/BM.HTML> - книга Г.Ю. Ризниченко «Биология математическая»
6. <http://nature.web.ru/db/msg.html?mid=1156624&uri=index.htm> - Бейли Н.. Математика в биологии и медицине. – М.: Мир, 1970.
7. <http://www.biometrika.tomsk.ru/> - электронный журнал «Биометрика» для медиков и биологов – сторонников доказательной биомедицины. Содержит большое количество статей и иных материалов, посвященных математическим моделям в биологии.
8. <http://www.library.biophys.msu.ru/FominBerk/main.htm> - Фомин С.В., Беркинблит М.Б. Математические проблемы в биологии. - М.: Гаука, 1973. - 200 с.
9. <https://www.elibrary.ru> – электронная библиотека научных статей, монографии и материалов конференций, выпущенных Российскими учеными.
10. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> - международная база данных научных статей и монографий, посвященная различным вопросам биологии.
11. <https://apps.webofknowledge.com> – международная база данных, индексирующая научные публикации в высокорейтинговых изданиях

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

- Аудитория для проведения занятий лабораторного типа. Компьютерный класс (учебная аудитория). Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блокAthlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Моделирование биопроцессов» в количестве 8 шт., презентации по каждой теме программы.

- Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блокAthlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1

шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; с неограниченным доступом к сети Интернет; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. Ноутбук Lenovo G580 – 1 шт. С неограниченным доступом к сети Интернет.

- Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: специализированной мебелью на 11 посадочных мест; Шкаф для документов - 3 шт.; Сейф – 1 шт.; Шкаф-купе - 2 шт.; Принтер цв. Canon LBR-5050 Laser Printer; Принтер Canon LBP-3010; Ноутбук Lenovo G580 – 1 шт.

6.2. Программное обеспечение:

DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форус Контракт №04-114-16 от 14 ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23 ноября 2016г Лиц. №1B08161103014721370444.

Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.

Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.

Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

6.3. Технические и электронные средства:

Презентации по всем темам курса.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы дисциплины используются как стандартные методы обучения, так и интерактивные формы проведения занятий.

Стандартные методы обучения:

1. Информационная лекция.
2. Практические занятия, предназначенные для освоения студентами базовых методов анализа данных в физико-химической экологии.
3. Самостоятельная работа студентов.
4. Консультации преподавателя.
5. Подготовка ответов на контрольные вопросы.
6. Обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий.
7. Кейс-метод – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной деятельности (разбор конкретных ситуаций).
8. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – лекция-визуализация, представление результатов деятельности (рефератов и отчетов) с использованием специализированных программных сред.
9. Интернет-технология – задействование образовательного портала ИГУ - educa.isu.ru для предоставления письменных отчетов по домашним работам.

Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Тема 1. Методы линейной алгебры в биологических исследованиях.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	2
2	Тема 2. Понятие функция, математические методы исследований функций и их применения для описания бионических систем.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	4
3	Тема 3. Дифференциальные уравнения и системы уравнений, описание сложных биологических систем в виде дифференциальных уравнений.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	2
4	Тема 4. Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	4
5	Тема 5. Теория вероятностей и ее применение для исследования биологических систем.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	2
6	Тема 6. Методы математической статистики. Основы тестирования статистических гипотез при исследовании биологических данных.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	2
7	Тема 7. Методы теории случайных процессов для описания биологических систем.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	2
8	Тема 8. Имитационное компьютерное моделирование в биологии.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	2
9	Тема 9. Простейшие математические модели биологических процессов, описываемые системами дифференциальными	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	2

	уравнениями с несколькими переменными.			
10	Тема 10. Примеры математических моделей в генетике, эволюционной биологии, биохимии, экологии.	самостоятельная работа	Загрузка задания для контроля на образовательный портал ИГУ educa.isu.ru	2
Итого часов				24

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

В рамках дисциплины «Моделирование биопроцессов» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- устный доклад по теме;
- письменная работа по решению домашних заданий;

Фонд оценочных средств включает:

- перечень тем докладов по темам дисциплины;
- вопросы для самостоятельного изучения (срс);
- задачи для самостоятельного домашнего решения;
- вопросы и билеты для зачета.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенций ОПК-2, ОПК-3 (см. п. III).

Перечень темы устных докладов

1. Тема1. Вклад отечественных и зарубежных ученых в становление и развитие математической биологии.
2. Тема1. Язык программирования Java и его применение для биологических исследований.
3. Тема 1. Язык программирования Python и его применение для биологических исследований.
4. Тема3. Динамический хаос, примеры систем дифференциальных уравнений, с хаотической динамикой.
5. Тема 8. Библиотека машинной графики Gnuplot и ее использование для визуализации научной графики.
6. Тема 8. Сдобно распространяемая программа для обработки векторной графики Inkscape и ее использование для визуализации научной графики.
7. Тема 9. Динамические модели в экологии, описание сообществ с несколькими уровнями организации трофических связей.
8. Тема 9. Обобщённая модель Колмогорова для двух видов, взаимодействующих по типу хищник - жертва.
9. Тема 9. Модели популяционной динамики с пространственным распределением организмов.
10. Тема 9. Модели эволюционных процессов.
11. Тема 9. Генные сети, описание генных сетей с помощью систем дифференциальных уравнений.
12. Тема 9. Математические модели квантово-механических процессов в биологических системах.
13. Тема 9. Модели молекулярной динамики.
14. Тема 9. Модель молекулярной динамики белков «аквапоринов», обеспечивающих пассивный транспорт воды через клеточную мембрану.

Перечень вопросов для самостоятельного изучения

1. Язык программирования Java, его использование при анализе биологических данных и разработки математических моделей биологических процессов
2. Язык программирования Python, его использование при анализе биологических данных и разработки математических моделей биологических процессов.

3. Библиотека машинной графики Gnuplot и ее использование для визуализации научной графики.
4. Сдобно распространяемая программа для обработки векторной графики Inkscape и ее использование для визуализации научной графики.

Перечень домашних задания для самостоятельного выполнения

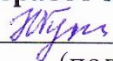
1. Тема 1. Решение домашних задание по теме системы линейных и нелинейных уравнений.
2. Тема 2. Решение домашних заданий по теме исследование функций.
3. Тема 3. Решение домашних заданий по тем дифференциальные уравнения с помощью аналитических методов.
4. Тема 4. Решение домашних заданий по тем дифференциальные уравнения с помощью численных методов.
5. Тема 5 . Решение домашних заданий по теории вероятностей.
6. Тема 6. Решение задач по теме аналитические и численные методы тестирования математических гипотез.
7. Тема 7. Решение задач по теме описание и исследование биологических систем методами теории случайных процессов.
8. Тема 8. Решение задач по имитационному моделированию биологических процессов.
9. Тема 9. Решение задач по разработки моделей, описывающих различные простейшие типы биологических процессов.
10. Тема 10. Решение практических задач по исследованию динамического поведения сложных биологических систем.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Матричная алгебра, сложение и умножение матриц, теория определителей, свойства определителей, методы нахождения определителей?
2. Условия существования решения системы линейных уравнений, метод Гаусса для решения систем линейных уравнений?
3. Метод половинного деления для решения систем нелинейных уравнений?
4. Определение понятие функция, экстремумы функций?
5. Определения понятие производной, методы дифференцирования функция?
6. Вычисление приближенных значений функция с помощью суммирования бесконечных рядов?
7. Определения понятие дифференциальное уравнение, интегрирование дифференциальных уравнений первого порядка методом разделения переменных?
8. Системы дифференциальных уравнений?
9. Дифференциальные уравнения высших порядков и их сведение к системам дифференциальных уравнений?
10. Метод Эйлера и метод Эйлера с пересчетом для приближенного интегрирования систем дифференциальных уравнений?
11. Понятие случайная величина и случайное событие, определение понятие вероятности, теоремы сложения и умножения вероятностей, условная вероятность?
12. Законы распределения случайных величин, законы распределения количественных случайных величин, применимые в биологии?
13. Понятие выборки статистических данных, типы статических выборок, оценка параметров распределения в статистических выборках?
14. Понятие статистической гипотезы, аналитические методы тестирования независимости законов распределения в двух выборках количественных случайных величин?

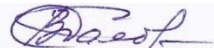
15. Бестреп анализ и его применение для оценок параметров распределения в статистических выборках и тестирования статистических гипотез?
16. Понятие случайного процесса, описание случайных процессов с помощью систем уравнений Колмогорова – Смирнова?
17. Виды имитационных компьютерных моделей, понятие объекта при составлении имитационной компьютерной модели?
18. Математические модели динамики популяций?
19. Математические модели эпидемических процессов?
20. Имитационные модели в эволюционной генетике?
21. Модели генных сетей?
22. Математические модели сложных биологических сообществ?
23. Математические модели молекулярной динамики?

Разработчик:

 доцент Букин Ю.С.
(подпись)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика».

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики 19.03.2025 г. протокол № 1.

Зав. кафедрой, д.б.н., профессор В.П. Саловарова 

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.