Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Алтухов Александр Юрьевич
Должность: Проректор по научной работе и международной деятельности
Дата подписания: 24.10.2026 15:48:19
Уникальный программный ключ:
6ebad00d2e20304a32ec5f789bba63889382a292

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Математическая биология, биоинформатика»

Цель преподавания дисциплины

накопление биологических знаний и изучение современных направлений исследований в биологии, использующих методы математического моделирования и биоинформатики, а также с некоторыми классическими примерами математических моделей биологических процессов, использующих аппарат нелинейных динамических систем, отражающих характерные особенности биологических процессов и демонстрирующих эффективность использования математических моделей для понимания механизмов функционирования биологических систем.

Задачи изучения дисциплины

– знакомство с рядом различных и вместе с тем наиболее часто используемых приемов моделирования сложных биологических систем – выделение существенных переменных, анализ характерных пространственных и временных шкал процессов, выбор способов их математического описания (дискретное или непрерывное, точечное или распределенное, детерминированное или стохастическое и др.), методы редукции больших систем;

– приложение методов качественного анализа динамических систем на примерах рассматриваемых математических моделей (скалярных ОДУ или систем 2-х ОДУ) – анализ стационарных состояний, периодических решений;

– знакомство с вычислительными алгоритмами расчета моделей, анализ эффективности различных вычислительных схем, иллюстрация использования различных вычислительных схем в классических моделях с разными типами поведения биологических систем;

– знакомство с типовыми биологическими процессами (транспорт веществ, химическая кинетика, типы взаимодействий в биологических системах и др.) и способами их математической формализации;

– знакомство с классическими моделями в биологии и демонстрация значения математического и компьютерного моделирования для понимания природы биологических процессов и функционирования биологических систем;

– знакомство с современным состоянием математической биологии, обсуждение новых направлений исследований в области математической биологии и биоинформатики, биоинженерии, интегративной биологии, системной биологии;

– формирование мотивации к самостоятельным исследованиям в области математической биологии;

– способность использовать вычислительные алгоритмы для анализа и систематизации генетической информации с целью выяснения структуры и функции макромолекул, с последующим использованием этих знаний для создания новых лекарственных препаратов.

Разделы дисциплины

Введение. Математические модели в биологии.

Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка

Модели роста популяций

Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений

Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка

Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы

Мультистационарные системы

Колебания в биологических системах

Модели взаимодействия двух видов

Динамический хаос. Модели биологических сообществ

Моделирование микробных популяций

Модель воздействия слабого электрического поля на нелинейную систему трансмембранного переноса ионов

Основные понятия биоинформатики

Геномы и протеомы

Методы биоинформационного анализа

Филогенетический анализ

Информационные принципы в биотехнологии

Биоинформатика в фармации.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет



УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научной работе и международной деятельности
_____ А.Ю. Алтухов
(подпись, инициалы, фамилия)
«__» ноября 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическая биология, биоинформатика
(наименование дисциплины)

Научная специальность 1.5.8
(шифр согласно номенклатуре специальностей)

Математическая биология, биоинформатика
(наименование специальности)

Форма обучения очная
(очная, заочная)

Курск – 2025

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности 1.5.8. Математическая биология, биоинформатика, на основании учебного плана, одобренного Ученым советом университета протокол № 11 от «26» мая 2025 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения аспирантов по специальности 1.5.8. Математическая биология, биоинформатика на заседании кафедры биомедицинской инженерии, протокол № 3 от «24» октября 2025 г.

Зав. кафедрой _____ Серегин С.П.

Разработчик программы _____ д.м.н.,проф. Агарков Н.М

(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Директор научной библиотеки _____ Макаровская В.Г.

Начальник ОПиАКВК _____ Милостная Н.А.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана программы подготовки по специальности 1.5.8. Математическая биология, биоинформатика, одобренного Ученым советом университета протокол № 11 «25» 05 2026 г. на заседании кафедры БМИ №3 от 16.10.2026 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Серегин СП

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана программы подготовки по специальности 1.5.8. Математическая биология, биоинформатика одобренного Ученым советом университета протокол № ____ «____» _____ 20___ г. на заседании кафедры _____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана программы подготовки по специальности 1.5.8. Математическая биология, биоинформатика, одобренного Ученым советом университета протокол № ____ «____» _____ 20___ г. на заседании кафедры _____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ _____

Уметь:

- применять математические методы для решения типовых профессиональных задач
- обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные
- профессионально сориентироваться в современном состоянии математической биологии и выбирать возможные направления индивидуальных исследований
- работать с программными средствами специального назначения, соответствующими современным требованиям мирового рынка.

Владеть:

- математическим аппаратом и навыками использования современных подходов и методов математики к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию, моделированию природных явлений и процессов в объеме, необходимом для использования в обучении и профессиональной деятельности
- навыками работы с информацией в глобальных компьютерных сетях
- методами математической обработки информации
- технологиями моделирования от разработки модели, ее качественного анализа, до компьютерной реализации и обработки результатов.

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Дисциплина является обязательным разделом образовательной программы и входит в раздел 2.1.4 образовательного компонента индивидуального плана работы.

Дисциплина проводится в первом семестре.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц., 216 академических часа.

Таблица 2.1 – Объём дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
	8 сем.
Общая трудоемкость дисциплины	216
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	54
в том числе:	
лекции	36
лабораторные занятия	0
практические занятия	18
экзамен	не предусмотрен
зачет	предусмотрен
Аудиторная работа (всего):	54
в том числе:	
лекции	36
лабораторные занятия	0
практические занятия	18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	162
Контроль/экз (подготовка к экзамену)	0

Таблица 2.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел, темы дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (*по неделям семестра*)
		лек., час.	№ лаб.	№ пр.		
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Математические модели в биологии.	2	-	1	У1	С, ЗП (1) (1)
2	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	2	-	2	У1	С, ЗП (2) (2)
3	Модели роста популяций	2	-	-	У1	С (3)
4	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений	2	-	3	У1	С, ЗП (4) (4)
5	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка	2	-	4	У1	С, ЗП (5) (5)
6	Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы	2	-	5	У1	С, ЗП (6) (6)
7	Мультистационарные системы	2	-	6	У1	С, ЗП (7) (7)
8	Колебания в биологических системах	2	-	-	У1	С (8)
9	Модели взаимодействия двух видов	2	-	7	У1	С, ЗП (9) (9)
10	Динамический хаос. Модели биологических сообществ	2	-	-	У1	С (10)
11	Моделирование микробных популяций	2	-	7	У1	С, ЗП (11) (11)
12	Модель воздействия слабого электрического поля на нелинейную систему трансмембранного переноса ионов	2	-	-	У1	С (12)
13	Основные понятия биоинформатики	2	-	-	У2	С (13)
14	Геномы и протеомы	2	-	8	У2	С, ЗП (14) (14)
15	Методы биоинформационного анализа	2	-	9, 10, 11	У2	С, ЗП (15) (15)
16	Филогенетический анализ	2	-	12	У2	С, ЗП (16) (16)
17	Информационные принципы в биотехнологии	2	-	13	У2	С, ЗП (17) (17)

18	Биоинформатика в фармации	2	-	14	У2	С, ЗП (18) (18)

Таблица 2.3 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Введение. Математические модели в биологии	Понятие модели. Объекты, цели и методы моделирования. Модели в разных науках. Компьютерные и математические модели. История первых моделей в биологии. Современная классификация моделей биологических процессов. Регрессионные, имитационные, качественные модели. Принципы имитацуионного моделирования и примеры моделей. Специфика моделирования живых систем.
2	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка.	Модели, приводящие к одному дифференциальному уравнению. Понятие решения одного автономного дифференциального уравнения. Стационарное состояние (состояние равновесия). Устойчивость состояния равновесия. Методы оценки устойчивости. Решение линейного дифференциального уравнения примеры: экспоненциальный рост, логистический рост.
3	Модели роста популяций.	Непрерывные модели: экспоненциальный рост, логистический рост, модели с наименьшей критической численностью. Модели с неперекрывающимися поколениями. Дискретное логистическое уравнение. Диаграмма и лестница Ламерея. Типы решений при разных значениях параметра: монотонные и затухающие решения, циклы, квазистохастическое поведение, вспышки численности. Матричные модели популяций. Влияние запаздывания.
4	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.	Фазовая плоскость. Фазовый портрет. Метод изоклин. Главные изоклины. Устойчивость стационарного состояния. Линейные системы. Типы особых точек: узел, седло, фокус, центр. Пример: химические реакции первого порядка.
5	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка.	Метод Ляпунова линеаризации систем в окрестности стационарного состояния. Примеры исследования устойчивости стационарных состояний моделей биологических систем. Уравнения Лотки. Уравнения Вольтерра. Метод функции Ляпунова.
6	Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы.	Метод квазистационарных концентраций. Теорема Тихонова. Уравнение Михаэлиса Ментен. Бифуркации динамических систем. Типы бифуркаций. Бифуркационные диаграммы и фазопараметрические портреты. Катастрофы.
7	Мультистационарные системы.	Триггер. Примеры систем с двумя устойчивыми стационарными состояниями. Конкуренция. Силовое и параметрическое переключение триггера. Эволюция. Отбор одного из двух и нескольких равноправных видов. Генетический триггер Жакоба и Моно.
8	Колебания в биологических системах.	Понятие автоколебаний. Изображение автоколебательной системы на фазовой плоскости. Предельные циклы. Условия существования предельных циклов. Рождение предельного цикла. Бифуркация Андронова - Хопфа. Мягкое и жесткое возбуждение колебаний. Модель брюсселятор. Примеры автоколебательных моделей процессов в живых системах. Колебания в темновых процессах фотосинтеза. Автоколебания в модели гликолиза. Внутриклеточные колебания концентрации кальция. Клеточные циклы
9	Модели взаимодействия двух видов.	Гипотезы Вольтерра. Аналогии с химической кинетикой. Вольтерровские модели взаимодействий. Классификация типов взаимодействий конкуренция. Хищник-жертва. Обобщенные модели взаимодействия видов. Модель Колмогорова. Модель взаимодействия двух видов насекомых Макартура. Параметрический и фазовые портреты системы Базыкина.

10	Динамический хаос. Модели биологических сообществ.	Основные понятия теории динамических систем. Предельные множества. Аттракторы. Странные аттракторы. Динамический хаос. Линейный анализ устойчивости траекторий. Диссипативные системы. Устойчивость хаотических решений. Размерность странных аттракторов. Стационарные состояния и динамические режимы в сообществе из трех видов. Трофические системы с фиксированным количеством вещества. Модель четырехвидовой системы.
11	Моделирование микробных популяций.	Микробные популяции как объект моделирования и управления. Непрерывная культура микроорганизмов. Модель Моно. Микроэволюционные процессы в микробных популяциях. Возрастные распределения. Двухвозрастная модель. Непрерывные возрастные распределения.
12	Модель воздействия слабого электрического поля на нелинейную систему трансмембранного переноса ионов.	Влияние слабых электромагнитных полей на биологические системы. Понятие резонанса. Нелинейная модель антипорта ионов с участием переносчика. Периодическое воздействие на систему со стационарным состоянием типа устойчивый фокус. Мультистационарная модель. Автоколебательная модель. Динамический хаос. Частота воздействия как управляющий параметр. Стохастический резонанс.
13	Основные понятия биоинформатики	Предмет биоинформатики. Инфраструктура биоинформатики. Биологические последовательности. Примеры сравнения данных. Понятие «информация»
14	Геномы и протеомы	Геномика. Картографирование бинома. Методы секвенирования ДНК. Протеомика. Структура белков и информация. Биоинформатика в медицине.
15	Методы биоинформационного анализа	Матрицы замен. Алгоритмы выравнивания последовательностей. Множественное выравнивание последовательностей.
16	Филогенетический анализ	Гомология. Филогения и фенетика. Кладистические методы. Инструменты филогенетического анализа.
17	Информационные принципы в биотехнологии	Секвенирование биологических последовательностей и экспрессия генов. Функционирование и организация геномов. Эволюция геномов. Анализ и предсказание белков.
18	Биоинформатика в фармации	Медицинская геномика и фармакогеномика. Фармацевтическая промышленность и открытие и разработка лекарств. Фармакоинформатика. Компьютерная токсикология и иммуноинформатика.

2.2 Лабораторные и (или) практические занятия

2.2.1 Практические занятия

Таблица 2.4 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	Решение дифференциального уравнения	1
2	Логистический рост (уравнение Ферхюльста)	1
3	Дискретные модели популяций с неперекрывающимися поколениями	1
4	Решение системы линейных дифференциальных уравнений	1
5	Фазовый и кинетический портреты системы	1
6	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка	1
7	Триггерные и колебательные системы	1
8	Знакомство с базами данных генов, геномов и структур биологических макромолекул	1
9	Декодирование и сравнение последовательностей ДНК	1
10	Парное и множественное выравнивание последовательностей ДНК	1

11	Изучение паттернов последовательностей ДНК	2
12	Построение филогенетических деревьев	2
13	Распознавание с помощью текстовых методов в системной биологии и биоинформатике	2
14	Изучение возможностей горизонтального переноса генов у бактерий	2
Итого		18

2.3 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

Таблица 2.5 – Самостоятельная работа обучающихся

№	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРА, час
1	2	3	4
1.	Виды математических моделей в биологии	1-2 неделя	12
2.	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	3-4 неделя	12
3.	Матричные модели популяций	5-6 неделя	12
4.	Дифференциальное исчисление функции многих переменных	7-8 неделя	12
5.	Примеры исследования устойчивости стационарных состояний моделей биологических систем.	9-10 неделя	12
6.	Бифуркации динамических систем	11-12 неделя	12
7.	Триггерные системы в биологии	13 неделя	12
8.	Автоколебательные процессы в биологических системах	14 неделя	12
9.	Обобщенные модели взаимодействия видов	15 неделя	12
10.	Динамические модели в биологии	16 неделя	12
11.	Возрастные распределения	17 неделя	12
12.	Стохастический резонанс	18 неделя	30
Итого			162

3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Аспиранты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов практики пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников университета.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы аспирантов по данной дисциплине организуется:

а) библиотекой университета:

–библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

–имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

б) кафедрой:

–путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

–путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, совре-

менных программных средств.

–путем разработки:

1) методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы аспирантов;

2) заданий для самостоятельной работы;

3) тем рефератов и докладов;

4) вопросов к экзаменам и зачетам;

5) методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ и т.д.

в) типографией университета:

–помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

–удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

–

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Методика проведения контроля по проверке базовых знаний для текущей аттестации

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ 18 вопросов.

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- ответ на вопрос – 2 балла.

Максимальное количество баллов за тестирование – 36 баллов.

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Тест по разделу 1: Введение. Математические модели в биологии

1. **Что является основной целью создания математической модели в биологии?**

а) Точное и полное описание всех свойств биологического объекта.
б) Получение качественных и количественных выводов о поведении системы.
в) Замена экспериментального исследования.
г) Доказательство невозможности протекания биологического процесса.

2. **Какая из перечисленных моделей НЕ является математической?**

а) Система дифференциальных уравнений.
б) Вербальное (словесное) описание механизма регуляции.
в) Клеточный автомат.
г) Агент-ориентированная модель.

3. **Что такое "верификация модели"?**

а) Проверка соответствия модели реальному биологическому объекту.
б) Проверка правильности программной реализации модели.
в) Определение чувствительности модели к изменению параметров.
г) Оценка адекватности модели на основе экспериментальных данных.

4. **Какой этап моделирования следует после формулировки математической задачи?**

а) Постановка биологической проблемы.
б) Анализ модели и интерпретация результатов.
в) Выбор методов решения.
г) Валидация модели.

5. **Что характеризует "адекватность" математической модели?**

а) Ее способность давать прогноз, совпадающий с экспериментальными данными.

б) Скорость вычислений на компьютере.
в) Минимальное количество параметров.
г) Сложность используемого математического аппарата.

Тест по разделу 2: Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка

1. **Какое из уравнений является автономным?**

а) $dx/dt = t * x$
б) $dx/dt = x + \sin(t)$
в) $dx/dt = k*x$
г) $dx/dt = x^2 + t$

2. **Что такое "стационарная точка" (steady state) в модели, описываемой уравнением $dx/dt = f(x)$?**

а) Точка, где $x = 0$.
б) Точка, где $f(x) = 0$.
в) Точка, где dx/dt достигает максимума.
г) Точка, где $f(x) > 0$.

3. **Если в стационарной точке производная $df/dx < 0$, то эта точка:**

а) Неустойчива.
б) Устойчива.
в) Является точкой перегиба.
г) Не может быть проанализирована.

4. **Логистическое уравнение роста популяции имеет вид:**

а) $dx/dt = r*x$
б) $dx/dt = r*(1 - x/K)$
в) $dx/dt = r*x*(1 - x/K)$
г) $dx/dt = r*x*(x/K - 1)$

5. **Уравнение** $dx/dt = -\lambda x$ **описывает:**

а) Экспоненциальный рост.
б) Логистический рост.
в) Экспоненциальный распад.
г) Колебания.

Тест по разделу 3: Модели роста популяций

1. **Какая модель роста предполагает неограниченный рост численности популяции в условиях неограниченных ресурсов?**

а) Логистическая.
б) Модель Мальтуса.
в) Модель с насыщением.
г) Модель Гомперца.

2. **Параметр 'K' в логистическом уравнении называется:**

а) Скорость роста.
б) Начальная численность.
в) Емкость среды.
г) Время удвоения.

3. **Модель Гомперца** $dx/dt = r*x*\ln(K/x)$ **часто используется для описания роста:**

а) Бактерий в чашке Петри.
б) Опухолевых клеток.
в) Популяции человека на планете.
г) Дрожжей в открытой системе.

4. **Если популяция превысила емкость среды ($x > K$) в логистической модели, то:**

а) Скорость роста становится положительной.
б) Скорость роста становится нулевой.

в) Скорость роста становится отрицательной.
г) Модель перестает работать.

5. **Фаза роста популяции, когда ресурсы практически не ограничивают рост, называется:**
а) Стационарная фаза.
б) Фаза экспоненциального роста.
в) Фаза отмирания.
г) Лаг-фаза.

Тест по разделу 4: Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений

1. **Система уравнений "хищник-жертва" Лотки-Вольтерры описывает:**
а) Конкуренцию двух видов за ресурс.
б) Взаимовыгодное сотрудничество двух видов.
в) Колебания численности хищника и жертвы.
г) Неограниченный рост обоих видов.

2. **Стационарное состояние в системе двух уравнений – это такая пара значений (x, *y*), при которой:**
а) $x = 0$ и $y = 0$.
б) $dx/dt = 0$ и $dy/dt = 0$.
в) $dx/dt > 0$ и $dy/dt > 0$.
г) dx/dt и dy/dt достигают максимума.

3. **Фазовый портрет системы – это:**
а) График изменения одной переменной во времени.
б) Совокупность траекторий на плоскости (x, y).
в) График зависимости параметров друг от друга.
г) Набор стационарных точек.

4. **Предельный цикл на фазовой плоскости – это:**
а) Изолированная замкнутая траектория.
б) Точка, к которой стремятся все траектории.
в) Набор хаотических траекторий.
г) Прямая линия, по которой движется система.

5. **Модель конкуренции двух видов описывается системой, в которой:**
а) Оба уравнения содержат положительные члены, описывающие взаимодействие.
б) Оба уравнения содержат отрицательные члены, описывающие взаимодействие.
в) Одно уравнение содержит положительный член, а другое – отрицательный.
г) Взаимодействие отсутствует.

Тест по разделу 5: Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка

1. **Для анализа устойчивости стационарного состояния нелинейной системы используется:**
а) Линеаризация системы в окрестности этой точки.
б) Поиск всех возможных интегралов системы.
в) Анализ исходных нелинейных уравнений на всей фазовой плоскости.
г) Метод Монте-Карло.

2. **Матрица Якоби используется для:**
а) Нахождения стационарных точек.
б) Линеаризации системы дифференциальных уравнений.
в) Построения фазового портрета.
г) Определения периода колебаний.

3. **Стационарное состояние будет устойчивым, если:**
а) Определитель матрицы Якоби больше нуля.
б) След матрицы Якоби больше нуля.

в) Вещественные части всех собственных чисел матрицы Якоби отрицательны.
г) Собственные числа матрицы Якоби являются комплексно-сопряженными.

4. **Если собственные числа матрицы Якоби – комплексные с положительной вещественной частью, то стационарное состояние является:**
а) Устойчивым узлом.
б) Неустойчивым фокусом.
в) Устойчивым фокусом.
г) Седлом.

5. **Тип точки "седло" характеризуется тем, что:**
а) Все траектории стремятся к ней.
б) Все траектории удаляются от нее.
в) Она устойчива.
г) Она неустойчива, и существуют как входящие, так и выходящие траектории.

Тест по разделу 8: Модели взаимодействия двух видов

1. **В модели мутуализма (взаимовыгодного взаимодействия) члены, описывающие взаимодействие, в уравнениях для скоростей роста:**
а) Отрицательные для обоих видов.
б) Положительные для обоих видов.
в) Положительный для одного и отрицательный для другого.
г) Равны нулю.

2. **В модели конкуренции двух видов (по Лотке-Вольтерра) сосуществование видов возможно, если:**
а) Внутривидовая конкуренция сильнее межвидовой.
б) Межвидовая конкуренция сильнее внутривидовой.
в) Конкуренция отсутствует.
г) Один вид всегда вытесняет другой.

3. **Какая из перечисленных пар моделей описывает разные типы взаимодействий?**
а) Лотка-Вольтерра и Гомперц.
б) Хищник-жертва и мутуализм.
в) Мальтус и логистическая.
г) Конкуренция и модель роста опухоли.

4. **Если в модели "хищник-жертва" эффективность превращения биомассы жертвы в биомассу хищника мала, то:**
а) Амплитуда колебаний хищника будет большой.
б) Система придет в устойчивое состояние.
в) Амплитуда колебаний хищника будет небольшой.
г) Хищник вымрет.

5. **Паразито-хозяинные взаимодействия обычно моделируются с помощью:**
а) Модели мутуализма.
б) Модели типа "хищник-жертва".
в) Модели конкуренции.
г) Логистического уравнения.

Тест по разделу 11: Модель воздействия слабого электрического поля на нелинейную систему трансмембранного переноса ионов

1. **Основным объектом моделирования в данной теме является:**
а) Рост популяции бактерий.
б) Клеточная мембрана и ионные каналы.
в) Ферментативная кинетика.
г) Генетическая регуляция.

2. **Внешнее электрическое поле может влиять на трансмембранный перенос ионов за счет:**

а) Изменения липидного состава мембраны.
б) Изменения конформации ионных каналов.
в) Увеличения синтеза АТФ.
г) Блокады ДНК.

3. **Модели такого типа часто имеют нелинейный характер из-за:**

а) Линейной зависимости потока ионов от напряжения.
б) Наличия положительных и отрицательных обратных связей в мембране.
в) Постоянной проницаемости мембраны.
г) Отсутствия пороговых эффектов.

4. **Электрическое поле может вызывать в возбудимых тканях эффект, аналогичный:**

а) Действию гормонов.
б) Действию генетических мутаций.
в) Действию нейромедиаторов.
г) Действию питательных веществ.

5. **Одним из практических приложений таких моделей является изучение:**

а) Фотосинтеза.
б) Действия лекарственных препаратов.
в) Влияния электромагнитных полей на клетки.
г) Процесса деления клеток.

Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме дифференцированного зачета. Зачет проводится в в форме тестирования. Для проверки используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – задания, составляющие набор вопросов (18 вопросов по 2 балла за каждый). Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 2 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ. В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Рейтинговый контроль изучения дисциплины не предусмотрен.

5. Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

При выполнении различных видов работ в ходе освоения дисциплины используются следующие образовательные инновационные технологии обучения:

- диалоговые, структурно-логические, проектные, диагностические технологии и технологии учебного исследования (к ним относятся информационно-коммуникационные технологии, метод критического мышления, проблемное обучение и игровые технологии, а также специфические методы исследования, такие, как наблюдение, анкетирование, интервью, сравнительный анализ);
- работа в группах;
-межличностная коммуникация;
- опытно-экспериментальные исследования;
- проведение научно-методических семинаров и конференций.

Ключевые образовательные технологии:

Диалоговые технологии: основаны на взаимодействии аспиранта и преподавателя или студентов между собой для обмена знаниями и идеями.

Структурно-логические технологии: помогают упорядочить информацию, выстраивать логические цепочки и делать выводы.

Проектные технологии: ориентированы на разработку конкретного проекта, где студент проходит все этапы от постановки задачи до получения результата.

Технологии учебного исследования: предполагают самостоятельное решение аспирантом поставленных задач, поиск, анализ и интерпретацию информации.

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ): включают использование цифровых инструментов, онлайн-ресурсов и платформ для сбора и обработки данных.

Технология проблемного обучения: строится на основе решения проблем, которые требуют от студента найти новое, ранее неизвестное знание.

Технологии развития критического мышления: направлены на формирование умения анализировать информацию, аргументировать свою позицию и делать обоснованные выводы.

Примеры методов исследования:

Сравнительный анализ: сопоставление различных объектов или явлений для выявления их сходств и различий.

Абстрагирование: выделение существенных признаков объекта и отвлечение от несущественных.

Индукция и дедукция: логические методы, позволяющие делать выводы от частного к общему (индукция) или от общего к частному (дедукция).

Наблюдение: систематическое и целенаправленное восприятие явлений действительности для сбора данных.

Анкетирование и опрос: методы сбора информации путем задавания вопросов большому количеству людей.

Интервью и собеседование: получение информации при личном общении с респондентом.

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся.

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован исторический и современный научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование общей и (или) профессиональной культуры обучающихся.

Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому, культурно-творческому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

–целенаправленный отбор преподавателем и включение в материал для практических занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки, высокого профессионализма ученых, их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки, а также примеры высокой духовной культуры, творческого мышления;

–применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, разбор конкретных ситуаций, решение кейсов);

–личный пример преподавателя, демонстрация им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

6.1 Основная учебная литература

1. Ризниченко, Г. Ю. Математические модели в биофизике и экологии : монография / Г. Ю. Ризниченко. – Москва ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. - 184 с. - URL: https://www.iprbookshop.ru/91957.html (дата обращения: 14.11.2025). - ISBN 978-5-4344-0734-2. - Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

2. Дьяконов, В. П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики : монография / В. П. Дьяконов, В. В. Круглов. - Москва : СОЛОН-Пресс, 2021. - 454 с. - URL: https://www.iprbookshop.ru/141884.html (дата обращения: 14.11.2025). - ISBN 5-98003-255-X. - Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

6.2 Дополнительная учебная литература

3. Ризниченко, Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии / Г. Ю. Ризниченко. - Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. - . - URL: https://www.iprbookshop.ru/92043.html (дата обращения: 14.11.2025). - ISBN 978-5-4344-0801-1. - Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный. Часть 1. - 230 с.

4. Динамические модели процессов в клетках и субклеточных наноструктурах / В. Д. Лахно, Н. С. Фиалко, А. В. Карговский [и др.] ; под ред. Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. - Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2010. - 448 с. - URL: https://www.iprbookshop.ru/16513.html (дата обращения: 14.11.2025). - ISBN 978-5-93972-783-9. - Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

6.3 Перечень методических указаний

1. Математические методы обработки результатов биологических и медицинских исследований : методические указания к выполнению практических работ аспирантов направления подготовки 06.06.01 Биологические науки (Математическая биология, биоинформатика) / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: С. А. Филист, С. П. Серегин. - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 45 с. – Текст: электронный.

2. Автоматизация обработки медико-биологических данных : методические указания к выполнению самостоятельной работы аспирантов направления подготовки 06.06.01 Биологические науки (Математическая биология, биоинформатика) / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: С. А. Филист, С. П. Серегин. - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 7 с. - Текст: электронный.

3. Математические методы обработки результатов биологических и медицинских исследований : методические указания к выполнению самостоятельной работы аспирантов направления подготовки 06.06.01 Биологические науки (Математическая биология, биоинформатика) / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: С. А. Филист, С. П. Серегин. - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 7 с. – Текст: электронный.

8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникативной сети Интернет

1 http://school-collection.edu.ru/ – федеральное хранилище Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов

2 http://www.edu.ru/ – федеральный портал Российское образование

3 http://www.igumo.ru/ – интернет-портал Института гуманитарного образования и информационных технологий

4 www.edu.ru – сайт Министерства образования РФ

5 http://elibrary.ru – научная электронная библиотека «Elibrary»

6 http://www.eduhmao.ru/info/1/4382/ – информационно-просветительский портал «Электронные журналы»

7 http://www.iqlib.ru – электронная библиотека образовательных и просветительных изданий

8 http://www.diss.rsl.ru – электронная библиотека диссертаций

9 http://www.lib.msu.su/index.html – Научная библиотека Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова

10 http://www.rsl.ru/ – Российская Государственная Библиотека

6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы аспиранта при прохождении практики являются самостоятельные и практические занятия. Аспирант не имеет права пропускать занятия без уважительных причин. Практическому занятию предшествует самостоятельная работа аспиранта, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем. По согласованию с преподавателем или по его заданию аспиранты готовить рефераты по отдельным темам дисциплинам, выступать на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных аспирантами рефератов. Качество учебной работы аспирантов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, а также по результатам докладов. Преподаватель уже на первых занятиях объясняет аспирантам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении научно-исследовательской практики: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п. В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы с аспирантами.

Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы аспиранта. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немыслима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал. Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает аспирантам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости аспиранты обращаются за консультацией к руководителю практики с целью усвоения и закрепления компетенций. Основная цель самостоятельной работы аспирантов – закрепить теоретические знания,, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей научно-исследовательской работы.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Операционная система Windows, Libre Office.

8. Материально-техническое обеспечение научно-исследовательской практики

Стандартно оборудованные лекционные аудитории, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска. Для проведения отдельных занятий (по заявке) - выделение компьютерного класса, а также аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, другое оборудование.

9. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информа-ции в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное представление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

10 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номер страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			