

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 11.07.2025 11:42:14
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fec3ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ООП
Мейсурова А. Ф.

29.05.2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы моделирования в биологии

Закреплена за кафедрой:	Зоологии и физиологии
Направление подготовки:	06.04.01 Биология
Направленность (профиль):	Экология
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	очная
Семестр:	3

Программу составил(и):

канд. биол. наук, доц., Игнатьев Д.И.

Тверь, 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

формирование профессиональных компетенций в процессе изучения принципов и методов

моделирования биосистем

Задачи :

1. Формирование основных понятий, теорий, концепций и принципов, используемых в математическом моделировании биологических процессов.

2. Формирование умений использовать математические модели для решения исследовательских задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.В

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Основы биометрии

Научно-проектная деятельность

Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Методы экспериментальной биологии

Клиническая иммунология

Практика по профилю профессиональной деятельности

Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа

Основы биометрии

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе:	
самостоятельная работа	82

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

ПК-2.3: Обрабатывает полученные результаты исследований с применением современной аппаратуры и вычислительной техники

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
зачеты	3

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Сем.	Часов	Примечание
	Раздел 1. Введение				
1.1	Типы моделей. Классификация биологических моделей	Лек	3	3	
1.2	Типы моделей. Классификация биологических моделей	Пр	3	3	
1.3	Типы моделей. Классификация биологических моделей	Ср	3	20	
	Раздел 2. Модели в популяционной биологии				
2.1	Показатели структуры популяции. Модели популяции	Лек	3	3	
2.2	Показатели структуры популяции. Модели популяции	Пр	3	3	
2.3	Показатели структуры популяции. Модели популяции	Ср	3	21	
	Раздел 3. Модели биологических сообществ				
3.1	Типы экологических отношений в биоценозах. Динамические системы	Лек	3	4	
3.2	Типы экологических отношений в биоценозах. Динамические системы	Пр	3	4	
3.3	Типы экологических отношений в биоценозах. Динамические системы	Ср	3	20	
	Раздел 4. Мультистационарные системы				
4.1	Триггерные модели. Автоколебательные процессы	Лек	3	3	
4.2	Триггерные модели. Автоколебательные процессы	Пр	3	3	
4.3	Триггерные модели. Автоколебательные процессы	Ср	3	21	

Список образовательных технологий

1	Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)
2	Информационные (цифровые) технологии
3	Активное слушание

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Примеры оценочных материалов для проведения текущей аттестации приведены в Приложении 1

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Примеры оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации приведены в Приложении 1

8.3. Требования к рейтинг-контролю

Представлены в Приложении 2

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рекомендуемая литература

Основная

Шифр	Литература
Л.1.1	Прохоров, Пономаренко, Лекции по теории вероятностей и математической статистике, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-12260-2, URL: https://urait.ru/bcode/542392

Дополнительная

Шифр	Литература
Л.2.1	Лебедько Е. Я., Хохлов А. М., Барановский Д. И., Гетманец О. М., Биометрия в MS Excel, Санкт-Петербург: Лань, 2022, ISBN: 978-5-507-44764-0, URL: https://e.lanbook.com/book/242864

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Основы моделирования в биологии: http://www.datuapstrade.lv/rus/spss/
Э2	Основы моделирования в биологии: http://statsoft.ru/home/textbook/default.htm
Э3	Основы моделирования в биологии: http://www.biometrica.tomsk.ru/

Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader
3	Google Chrome
4	WinDjView

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	ЭБС «ZNANIUM.COM»
2	ЭБС «ЮРАИТ»
3	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
4	ЭБС IPRbooks
5	ЭБС «Лань»
6	ЭБС ТвГУ

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
5-212	мультимедийный комплекс, переносной ноутбук, учебная мебель, компьютеры
5-204	компьютеры, учебная мебель

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания и материалы приведены в Приложении 2

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ		
5.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации (примеры)		
Типовые контрольные задания и способ проведения текущей аттестации		Критерии оценивания и шкала оценивания
Мультистационарные системы. Колебания в биологических системах (практическая работа)		Задание оценивается исходя из следующей шкалы: • приведены не все расчеты необходимых для модели показателей; 50% возможных баллов – «3»; • частично заполнена таблица (приведен расчет более половины статистических параметров) 70% возможных баллов – «4»; • полностью выполненное задание (приведен расчет всех параметров модели) 85% возможных баллов – «5»
Взаимодействие популяций разных видов в сообществе (практическая работа, самостоятельная работа)		Задание оценивается исходя из следующей шкалы: • даны верные ответы на вопросы (менее 50%) 50% возможных баллов – «3»; • даны верные ответы на половину вопросов (не менее 50%) или частичные ответы на все вопросы) 70% возможных баллов – «4»; • даны ответы правильные ответы на все вопросы (85% и более) 85% возможных баллов – «5»
5.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации (примеры)		
Планируемый образовательный результат	Типовые контрольные задания и способ проведения промежуточной аттестации	Критерии оценивания и шкала оценивания

ПК-2.3: Обработывает полученные результаты исследований с применением современной аппаратуры и вычислительной техники	Тестовые задания 1. _____ выборки – выборки, в которых объекты исследования связаны друг с другом 2. Исследование, которое, как правило, не учитывает течение времени, называется • когортным • поперечным • случай-контроль • одновыборочным 3. В статистическом исследовании выделяют: • зависимые и независимые выборки • основные и дополнительные выборки • основные и подчиненные выборки • нет правильного ответа 4. _____ ряд – это двойной ряд чисел, состоящий из значений признака и соответствующих частот	Каждый правильно выбранный вариант ответа оценивается в 1 балл: 50% возможных баллов – «3» 70% возможных баллов – «4» 85% возможных баллов – «5»
---	---	---

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

- 1. Содержание дисциплины.**
- 2. Методические материалы для работы на практических занятиях.**
- 3. Методические материалы для самостоятельной работы.**

1. Содержание дисциплины

Введение. Понятия «моделирование» и «биосистемы». Моделирование как метод научного познания. Использование моделирования при исследовании сложных биосистем. Типы моделей: физическая, математические, компьютерные модели). Принципы выбора прототипа для моделирования. Обоснования необходимости моделирования в биологии. Классификация биологических моделей: регрессионные, качественные и имитационные. Специфика моделей живых систем.

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

Модели в популяционной биологии. Популяция. Основные количественные характеристики: численность, плотность расселения, рождаемость, смертность, прирост и темпы роста популяций. Структура популяции: генетическая, пространственная, возрастная, половая, этологическая. Основы теории динамики популяций. Темпы роста и численности популяции. Потенциальная скорость естественного роста популяции. Типы роста популяций. Представление о емкости местообитания. Флуктуация численности популяции. Механизмы изменения численности популяции. Регуляция численности популяции. Стратегии развития популяции.

Модели в популяционной экологии. Непрерывные модели. Уравнение экспоненциального роста. Ограниченный рост. Модель популяции с наименьшей критической численностью. Дискретные модели популяции. Уравнение с запаздыванием.

Модели биологических сообществ. Типы экологических отношений в биоценозах. Топические и приспособительные связи. Понятие об экологической нишах. Математические модели взаимодействия двух видов. Гипотезы Вольтерра. Моделирование динамики популяций с помощью уравнения Лотки-Вольтерра. Вольтерровские модели взаимодействия. Классификация типов взаимодействий. Конкуренция. Хищник-жертва. Обобщенные модели взаимодействия видов. Модель Колмогорова. Модель взаимодействия двух видов насекомых Макаргура. Параметрический и фазовые портреты системы Базыкина.

Основные понятия теории динамических систем. Предельные множества. 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.

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.

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.

2. Методические материалы для работы на практических занятиях

Работа на практических занятиях проводится в компьютерном классе. Она включает использование прикладных программ для статистического анализа биологической информации и моделирование на основе данных, полученных в результате различных исследований. Таким образом, закрепляется теоретический материал, рассматриваемый в рамках дисциплины.

3. Методические материалы для самостоятельной работы

Работа организована в виде самостоятельного ознакомления с дополнительными темами основных разделов содержания дисциплины, для которых предусмотрены тестовые задания и вопросы. Данные материалы составляют основу для выполнения проверочных (контрольных) работ.

9. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины (или модуля)			
№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.			
2.			
3.			
4.			