

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 12.09.2023  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

# МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП

А.Ф. Мейсурова

«09» июня 2023 г.

## Рабочая программа дисциплины

# Основы моделирования в биологии

Закреплена за кафедрой **Зоологии и физиологии**

Учебный план  
06.04.01 Биология

Квалификация **магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108  
в том числе: Виды контроля в семестрах:  
аудиторные занятия 26 зачеты 3  
самостоятельная работа 82

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	уп	рп		
Неделя	13		уп	рп
Лекции	13	13	13	13
Практические	13	13	13	13
Итого ауд.	26	26	26	26
Контактная работа	26	26	26	26
Сам. работа	82	82	82	82
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

канд. биол. наук, доц., *Игнатъев Д.И.* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Основы моделирования в биологии**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология (приказ Минобрнауки России от 8/11/2020 г. № 934)

**1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	формирование профессиональных компетенций в процессе изучения принципов и методов
1.2	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.ДВ.02
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Воздействие и экологические риски
2.1.2	Практика по профилю профессиональной деятельности
2.1.3	Экологический мониторинг с основами биоиндикации и биотестирования
2.1.4	ОВОС и экологическая экспертиза
2.1.5	Биоэкология
2.1.6	Учение о биосфере
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Воздействие и экологические риски
2.2.2	Основы биометрии
2.2.3	Экологический мониторинг с основами биоиндикации и биотестирования

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

**ПК-1.3:** Обрабатывает результаты научных исследований с применением современной вычислительной техники

**ПК-3.1:** Применяет современные методы обработки материалов полевых и лабораторных экологических исследований

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	<b>Раздел 1. Введение</b>					
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		
	<b>Раздел 2. Модели в популяционной биологии</b>					
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		
	<b>Раздел 3. Модели биологических сообществ</b>					
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		
	<b>Раздел 4. Мультистационарные системы</b>					
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		

<b>5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>	
<b>5.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации</b>	
Примеры оценочных материалов для проведения текущей аттестации приведены в Приложении 1	
<b>5.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации</b>	
Примеры оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации приведены в Приложении 1	

<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>	
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>	
Э1	Основы моделирования в биологии: <a href="http://www.biometrica.tomsk.ru/">http://www.biometrica.tomsk.ru/</a>
Э2	Основы моделирования в биологии: <a href="http://statsoft.ru/home/textbook/default.htm">http://statsoft.ru/home/textbook/default.htm</a>
Э3	Основы моделирования в биологии: <a href="http://www.datuapstrade.lv/rus/spss/">http://www.datuapstrade.lv/rus/spss/</a>
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>	
6.3.1.1	Microsoft Windows 10 Enterprise
6.3.1.2	Microsoft Office профессиональный плюс 2013
6.3.1.3	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
6.3.1.4	Adobe Reader XI (11.0.13) - Russian
6.3.1.5	Google Chrome
6.3.1.6	WinDjView
<b>6.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>	
6.3.2.1	ЭБС «ZNANIUM.COM»
6.3.2.2	ЭБС «ЮРАИТ»
6.3.2.3	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
6.3.2.4	ЭБС IPRbooks
6.3.2.5	ЭБС «Лань»
6.3.2.6	ЭБС ТвГУ

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>Аудитория</b>	<b>Оборудование</b>
5-212	мультимедийный комплекс, переносной ноутбук, учебная мебель, компьютеры
5-204	компьютеры, учебная мебель
<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Методические указания и материалы приведены в Приложении 2	

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: <ul style="list-style-type: none"> <li>• приведены не все расчеты необходимых для модели показателей; 50% возможных баллов – «3»;</li> <li>• частично заполнена таблица (приведен расчет более половины статистических параметров) 70% возможных баллов – «4»;</li> <li>• полностью выполненное задание (приведен расчет всех параметров модели) 85% возможных баллов – «5»</li> </ul>	
Взаимодействие популяций разных видов в сообществе (практическая работа, самостоятельная работа)	Задание оценивается исходя из следующей шкалы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• даны верные ответы на вопросы (менее 50%) 50% возможных баллов – «3»;</li> <li>• даны верные ответы на половину вопросов (не менее 50%) или частичные ответы на все вопросы) 70% возможных баллов – «4»;</li> <li>• даны ответы правильные ответы на все вопросы (85% и более) 85% возможных баллов – «5»</li> </ul>	
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
<b>ПК-2.3:</b> Обрабатывает полученные результаты исследований с применением современной аппаратуры и вычислительной техники	Тестовые задания <ol style="list-style-type: none"> <li>_____ выборки – выборки, в которых объекты исследования связаны друг с другом</li> <li>Исследование, которое, как правило, не учитывает течение времени, называется                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• когортным</li> <li>• поперечным</li> <li>• случай-контроль</li> <li>• одновыборочным</li> </ul> </li> <li>В статистическом исследовании выделяют:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• зависимые и независимые выборки</li> <li>• основные и дополнительные выборки</li> <li>• основные и подчиненные выборки</li> <li>• нет правильного ответа</li> </ul> </li> <li>_____ ряд – это двойной ряд чисел, состоящий из значений признака и соответствующих частот</li> </ol>	Каждый правильно выбранный вариант ответа оценивается в 1 балл: <ul style="list-style-type: none"> <li>50% возможных баллов – «3»</li> <li>70% возможных баллов – «4»</li> <li>85% возможных баллов – «5»</li> </ul>

**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, эволюционная. 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 Макаурта. 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.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>
<p>Основная:</p> <p>1. Прохоров, Ю. В. Лекции по теории вероятностей и математической статистике: учебник / Ю. В. Прохоров, Л. С. Пономаренко. — Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2012. — 254 с. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/13173.html">http://www.iprbookshop.ru/13173.html</a></p>
<p>Дополнительная:</p> <p>1. Колосова, Н. И. Тестовые задания по высшей математике и биологической статистике / Н. И. Колосова, Г. В. Бахарева, Е. Н. Денисов. — Оренбург: Оренбургская государственная медицинская академия, 2012. — 48 с. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/21870.html">http://www.iprbookshop.ru/21870.html</a></p>

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4**

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