



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП

А.Н. Панкрушина

«09» июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины **Основы моделирования в биологии**

Закреплена за кафедрой **Зоологии и физиологии**
 Учебный план 06.04.01 Биология

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

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

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семес тр на курсе>) | 3 (2.1) | | Итого | |
|--|---------|-----|-------|-----|
| | Неделя | 13 | | |
| Вид занятий | уп | рп | 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 основные 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 |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: |
| 2.1.1 | Воздействие и экологические риски |
| 2.1.2 | Основы биометрии |
| 2.1.3 | Практика по профилю профессиональной деятельности |
| 2.1.4 | Экологическая физиология |
| 2.1.5 | Биохимическая экология |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: |
| 2.2.1 | Воздействие и экологические риски |
| 2.2.2 | Биохимическая диагностика |
| 2.2.3 | Основы биометрии |
| 2.2.4 | Методы экспериментальной биологии |
| 3. 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 | |
| Уровень 1 | приемами решения задач математического моделирования биологических процессов |
| Уровень 1 | использовать компьютерные технологии моделирования при решении профессиональных задач |
| Уровень 1 | задачи математического моделирования, возникающие при изучении различных биологических процессов |

| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) | | | | | | |
|--|---|-------------|----------------|-------|-----------|------------|
| Код занятия | Наименование разделов и тем | Вид занятия | Семестр / Курс | Часов | Источники | 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 | Лек | 3 | 3 | | |

| | | | | | | |
|-----|---|----|---|----|--|--|
| 4.2 | Триггерные модели. Автоколебательные процессы | Пр | 3 | 3 | | |
| 4.3 | Триггерные модели. Автоколебательные процессы | Ср | 3 | 21 | | |

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Примеры оценочных материалов для проведения текущей аттестации приведены в Приложении 1

5.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Примеры оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации приведены в Приложении 1

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

6.1. Рекомендуемая литература

6.2. 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/ |

6.3.1 Перечень программного обеспечения

| | |
|---------|---|
| 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 |
| 6.3.1.7 | Многофункциональный редактор ONLYOFFICE |

6.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| | |
|---------|---|
| 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 |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Аудитория | Оборудование |
|-----------|---|
| 5-212 | мультимедийный комплекс, переносной ноутбук, учебная мебель, компьютеры |
| 5-204 | компьютеры, учебная мебель |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> • 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: Обрабатывает полученные результаты исследований с применением современной аппаратуры и вычислительной техники | Тестовые задания <ol style="list-style-type: none"> _____ выборки – выборки, в которых объекты исследования связаны друг с другом Исследование, которое, как правило, не учитывает течение времени, называется <ul style="list-style-type: none"> • когортным • поперечным • случай-контроль • одновыборочным В статистическом исследовании выделяют: <ul style="list-style-type: none"> • зависимые и независимые выборки • основные и дополнительные выборки • основные и подчиненные выборки • нет правильного ответа _____ ряд – это двойной ряд чисел, состоящий из значений признака и соответствующих частот | Каждый правильно выбранный вариант ответа оценивается в 1 балл: <ul style="list-style-type: none"> 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, 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

| 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | |
|--|--|
| 6.1. Рекомендуемая литература | |
| Основная: | |
| 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: http://www.iprbookshop.ru/13173.html | |
| Дополнительная: | |
| 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: http://www.iprbookshop.ru/21870.html | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

| 9. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины (или модуля) | | | |
|--|--|--|--|
| № п.п. | Обновленный раздел рабочей программы дисциплины | Описание внесенных изменений | Реквизиты документа, утвердившего изменения |
| 1. | Перечень программного обеспечения | В перечень программного обеспечения добавлен Многофункциональный редактор ONLYOFFICE | Протокол заседания кафедры зоологии и физиологии № 6 от 26.04.2024 г |
| 2. | | | |
| 3. | | | |
| 4. | | | |