

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

**ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ**

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Директор института  
  
Смирнова Н.Н.  
« 20 / 21 г. »



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ»**  
(наименование дисциплины)

**направление подготовки / специальность**

**06.03.01 Биология**

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

**Общая биология**

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2021 Год

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Математические методы в биологии» является обеспечение студентов необходимыми базовыми знаниями и представлениями о возможностях применения математического моделирования для исследования химических, биологических и эволюционных процессов в живых организмах и экосистемах.

Задачи курса:

1. Дать студентам представление об основах теории вероятности и базовых методах математической статистики.
2. Сформировать навыки статистической обработки данных и результатов научных исследований в биологии.
3. Дать студентам представление об основных классических математических моделях биологических систем.
4. Научить пользоваться методами качественного и количественного анализа математических и компьютерных моделей биологических и экосистем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математические методы в биологии» относится к вариативной части блока 1 программы бакалавриата.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-12 Способен составлять прогнозные оценки влияния хозяйственной деятельности человека на состояние окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий на основе современных представлений о микро- и макроэволюции, понимании роли эволюционной идеи в биологическом мировоззрении.	ПК-12.1. <i>Знает:</i> - методы проведения экологического мониторинга ПК-12.2. <i>Умеет:</i> - моделировать развитие биологических процессов в природе ПК-12.3. <i>Владеет:</i> - способами разработки модели развития экологической обстановки при различной антропогенной нагрузке	<i>Знать:</i> - методы проведения и обработки результатов экологического мониторинга, включая статистические методы. <i>Уметь:</i> - разрабатывать и применять математические модели развития биологических и социальных процессов в экосистемах <i>Владеть:</i> - навыками разработки модели развития экосистемы при различной антропогенной нагрузке	Практико-ориентированное задание

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия <sup>1</sup>	Лабораторные	практической		
1	Основные понятия теории вероятностей и математической статистики.	5	1-2	2	4			7	
2	Случайные величины и их распределение.	5	3-4	2	4			7	
3	Исследование зависимости случайных величин.	5	5-6	2	4			7	I рейтинг - контроль
4	Выборки и их характеристики.	5	7-8	2	4			7	
5	Оценки неизвестных параметров распределения.	5	9-10	2	4			7	
6	Проверка статистических гипотез.	5	11-12	2	4			7	II рейтинг — контроль
7	Корреляционно-регрессионный анализ.	5	13-14	2	4			7	
8	Основы математического моделирования.	5	15-16	2	4			7	
9	Модели популяционной динамики.	5	17-18	2	4			7	III рейтинг – контроль
Всего за 5 семестр:				18	36			63	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				18	36			63	Экзамен (27)

<sup>1</sup> Распределение общего числа часов, указанных на практические занятия в УП, с учетом часов на КП/КР

<sup>2</sup> Данный пункт включается в рабочую программу только при формировании профессиональных компетенций.



## Содержание лекционных занятий по дисциплине

### *Раздел 1. Основы математической статистики.*

#### **Тема 1.1. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики.**

Случайные события и их классификация. Алгебра событий. Элементы комбинаторики. Статистическое определение вероятности. Свойства вероятностей.

#### **Тема 1.2. Случайные величины и их распределение.**

Понятие случайной величины. Закон распределения случайной величины. Функция и плотность распределения. Числовые характеристики случайных величин. Свойства математического ожидания и дисперсии. Основные законы распределения случайных величин.

#### **Тема 1.3. Исследование зависимости случайных величин.**

Понятие многомерной случайной величины. Функция распределения, плотность вероятности, числовые характеристики двумерной случайной величины. Зависимость и независимость двух случайных величин. Ковариация и корреляция. Регрессия.

#### **Тема 1.4. Выборки и их характеристики.**

Генеральная и выборочная совокупности. Статистическое распределение выборки и его графическое изображение. Эмпирическая функция распределения. Числовые характеристики статистического распределения.

#### **Тема 1.5. Оценки неизвестных параметров распределения.**

Методы получения точечных оценок. Интервальное оценивание параметров распределения. Критерии качества оценок. Доверительные интервалы для нормального распределения.

#### **Тема 1.6. Проверка статистических гипотез.**

Понятие статистической гипотезы и общая схема ее проверки. Непараметрические и параметрические критерии. Гипотеза о равенстве средних двух и более совокупностей. Односторонний дисперсионный анализ. Гипотеза о законе распределения.

#### **Тема 1.7. Корреляционно-регрессионный анализ.**

Функциональные, статистические и корреляционные зависимости. Линейная парная регрессия. Метод наименьших квадратов. Коэффициент корреляции и его свойства. Проверка значимости и интервальная оценка коэффициента корреляции. Коэффициент детерминации. Нелинейная регрессия.

### *Раздел 2. Математические модели в биологии.*

#### **Тема 2.1. Основы математического моделирования.**

Классификации математических моделей. Основные подходы качественного и количественного анализа моделей, исследование устойчивости стационарных решений, численные методы. Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка.

**Тема 2.2. Модели популяционной динамики.**

Модели экспоненциального и ограниченного роста. Модели с наименьшей критической численностью. Дискретное логистическое уравнение. Матричные модели. Вероятностные модели размножения и гибели. Модели взаимодействия двух видов.

**Содержание практических/лабораторных занятий по дисциплине**

- ТЕМА 1.** Комбинаторика и ее приложения в биологии.
- ТЕМА 2.** Числовые характеристики случайных величин.
- ТЕМА 3.** Ковариация и корреляция случайных величин. Основные законы распределения.
- ТЕМА 4.** Графическое представление статистического распределения.
- ТЕМА 5.** Точечные и интервальные оценки параметров распределения.
- ТЕМА 6.** Проверка статистических гипотез.
- ТЕМА 7.** Корреляционно-регрессионный анализ.
- ТЕМА 8.** Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка.
- ТЕМА 9.** Модели популяционной динамики.

**5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ,  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ  
И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
СТУДЕНТОВ.**

**5.1. Текущий контроль успеваемости****Рейтинг-контроль №1**

1. Предмет теории вероятностей и математической статистике. Классификация случайных событий.
2. Элементы комбинаторики: число размещений, сочетаний, перестановок. Понятие вероятности. Свойства вероятностей.
3. Понятие случайной величины. Дискретные и непрерывные случайные величины. Функция распределения и ее свойства. Плотность распределения и ее свойства.
4. Математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, мода, медиана, асимметрия дискретных и непрерывных случайных величин.
5. Условная вероятность.
6. Биномиальный, равномерный, нормальный, показательный законы, закон распределения Пуассона.
7. Понятие многомерной случайной величины.
8. Функция распределения, плотность вероятности, числовые характеристики двумерной



случайной величины.

9. Зависимость и независимость двух случайных величин. Ковариация и корреляция.

### **Рейтинг-контроль №2**

1. Генеральная и выборочная совокупности. Статистическое распределение выборки и его графическое изображение.
2. Точечные оценки параметров распределения. Критерии качества оценок: состоятельность и несмещенность.
3. Методы получения оценок, выборочное среднее как несмещенная оценка генеральной средней. Выборочная дисперсия — смещенная оценка генеральной дисперсии, исправленное среднее квадратическое отклонение.
4. Интервальное оценивание параметров распределения, доверительная вероятность, доверительный интервал.
5. Понятие статистической гипотезы и общая схема ее проверки. Непараметрические и параметрические критерии.
6. Гипотеза о равенстве средних двух и более совокупностей. Односторонний дисперсионный анализ. Гипотеза о законе распределения.

### **Рейтинг – контроль №3**

1. Функциональные, статистические и корреляционные зависимости. Линейная парная регрессия.
2. Метод наименьших квадратов.
3. Коэффициент корреляции и его свойства. Проверка значимости и интервальная оценка коэффициента корреляции. Коэффициент детерминации. Нелинейная регрессия.
4. Классификации математических моделей.
5. Устойчивость стационарных решений.
6. Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка.
7. Модели экспоненциального и ограниченного роста.
8. Модели с наименьшей критической численностью.
9. Дискретное логистическое уравнение.

### **5.3. Самостоятельная работа обучающегося.**

#### **Перечень примерных вопросов и тем для самостоятельной работы студентов.**

1. Комбинаторика и ее приложение в генетике.
2. Действия над событиями.
3. Вероятности. Условная вероятность. Сложение вероятностей.
4. Числовые характеристики непрерывных и дискретных случайных величин.
5. Числовые характеристики непрерывных и дискретных случайных величин

6. Законы распределения.
7. Графическое представление статистических распределений.
8. Параметры выборки.
9. Проверка гипотезы о равенстве средних совокупностей.
10. Гипотеза об однородности выборок.
11. Непараметрические критерии проверки гипотез.
12. Оценка тесноты линейной зависимости. Отыскание уравнения регрессии.
13. Определения коэффициента LD50 методом Беренса
14. Определения коэффициента LD50 с помощью МНК и пробит-анализа.
15. Модель хищник-жертва.
16. Модели роста человечества.
17. Модель роста популяции из трех возрастных групп.
18. Уравнение с запаздыванием.
19. Уравнение Ферхюльста.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
1. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / А. Р. Симонян, И. Л. Макарова, С. Ж. Симаворян, Е. И. Улитина. - Москва : ФЛИНТА, 2022. - 132 с. - ISBN 978-5-9765-4923-4. - Текст : электронный. - URL:	2022	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1897312">https://znanium.com/catalog/product/1897312</a> (дата обращения: 22.01.2023).
2. Лихачев, А. В. Введение в теорию вероятностей и математическую статистику : учебное пособие / А. В. Лихачев. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 102 с. - ISBN 978-5-7782-3903-6. - Текст : электронный.	2019	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1866889">https://znanium.com/catalog/product/1866889</a> (дата обращения: 22.01.2023).
3. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный	2023	<a href="https://urait.ru/bcode/512499">https://urait.ru/bcode/512499</a> (дата обращения: 24.01.2023).
4. Теория вероятностей и математическая	2023	<a href="https://urait.ru/bcode/512500">https://urait.ru/bcode/512500</a> (дата

статистика. Математические модели : учебник для вузов / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 321 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01698-7. — Текст : электронный		обращения: 24.01.2023).
5. Ризниченко, Г. Ю. Динамика популяций : учебное пособие для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 46 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15543-3. — Текст : электронный	2023	URL: <a href="https://urait.ru/bcode/520444">https://urait.ru/bcode/520444</a> (дата обращения: 24.01.2023).

*\*не более 5 источников*

## **6.2. Периодические издания.**

«Журнал общей биологии» - научный журнал

[HTTPS://NEW.RAS.RU/WORK/PUBLISHING/JOURNALS/ZHURNAL-OBSHCHEY-BIOLOGII/](https://new.ras.ru/work/publishing/journals/zhurnal-obshchey-biologii/)

## **6.3. Интернет-ресурсы**

- <http://statistica.ru/>
- Информационная система «Динамические модели в биологии»  
<http://dmb.biophys.msu.ru/>

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Курс читается в аудитории (ауд. 414-1). Для лекций: мультимедийные средства (персональный компьютер, диапроектор), презентации, наглядные пособия и др. Практические работы проводятся на персональных компьютерах с использованием программы Microsoft Excel.



Рабочую программу составил \_старший преподаватель кафедры биологии и экологии ВлГУ,  
к. б. н. **Карпетян К.О.** \_\_\_\_\_

(ФИО, должность, подпись)

Рецензент (представитель работодателя)

Заведующий «Референтной лабораторией болезней КРС» Федерального центра охраны  
здоровья животных ФГБУ «ВНИИЗЖ», к.б.н **Бьядовская О.П.** \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биологии и экологии

Протокол № 1 от 30.08.2024 года

Заведующий кафедрой, проф., д.б.н. **Трифорова Т.А.** \_\_\_\_\_

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 06.03.04 Биология

Протокол № 1 от 30.08.2024 года

Председатель комиссии, зав. кафедрой **Трифорова Т.А.** \_\_\_\_\_

(ФИО, должность, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 02 / 20 03 учебный года

Протокол заседания кафедры № 32 от 24.06.02 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  


Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_