

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

А.А. Панфилов

« 10 » 11 2014г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 06.03.01 Биология

Профиль/программа подготовки «Общая биология»

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

| Семестр      | Трудоем-<br>кость зач.<br>ед, час. | Лек-<br>ций,<br>час. | Практич.<br>занятий,<br>час. | Лаборат.<br>работ,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма промежуточного<br>контроля<br>(экз./зачет) |
|--------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------------|--------------|--|
| 5            | 3(108)                             | 18                   | 36                           | -                          | 54           | Зачет  |
| <i>Итого</i> | <i>3(108)</i>                      | <i>18</i>            | <i>36</i>                    | <i>-</i>                   | <i>54</i>    | <i>Зачет</i>                                     |

Владимир, 2014

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины (модуля) Математические методы в биологии является – научиться применять методы качественного исследования динамических систем, являющихся математическими моделями реальных химических, биологических и экологических систем.

Основные задачи курса:

- Обучить основам теории вероятностей и основным разделам математической статистики.
- Сформировать навыки обработки статистических данных и интерпретации полученных результатов.
- Познакомить с базовыми и некоторыми современными моделями биологических процессов.
- Научить использовать основные методы качественного и количественного анализа моделей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математические методы в биологии» относится к блоку 1 «Дисциплины (модули)». Изучение материалов курса предполагает знание дисциплин, освоенных в рамках подготовки бакалавров по направлению «Биология».

Предметом дисциплины является исследование математической статистики и математического моделирования для выявления существующих закономерностей.

Для плодотворного изучения данной дисциплины необходимо: знание дисциплины «Математика». В практических задачах также используются элементы курсов «Общая биология» и «Общая экология».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

обладать способностью решать нестандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно - коммуникационных технологий и с учётом основных требований информационной безопасности) (ОПК – 1)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** концептуальные основы построения биологических моделей и методы их качественного исследования.

**Уметь:** строить простейшие математические модели биологических систем, проводить их качественное исследование; использовать пакеты компьютерной математики для проведения численных экспериментов с моделями.

**Владеть:** методами математического и компьютерного моделирования, графического представления результатов анализа динамических систем.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа.

| № /п         | Раздел дисциплины (тема)                               | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |              |              |             |           |         | работы, применяем интерактивных | контроля успеваемости форма |
|--------------|--|---------|-----------------|--|--------------|--------------|-------------|-----------|---------|---------------------------------|-----------------------------|
|              |  |         |                 | Лекции   | Практические | Лабораторные | Контрольные | СРС       | КП / КР |                                 |                             |
| 1            | Тема 1.1. Случайные события.                           | 5       | 1               | 1  | 4            |              |             | 4         |         | 2/40                            |                             |
| 2            | Тема 1.2. Случайные величины.                          | 5       | 2-3             | 2  | 4            |              |             | 6         |         | 3/50                            |                             |
| 3            | Тема 1.3. Основные характеристики случайных величин.   | 5       | 4-5             | 2  | 4            |              |             | 4         |         | 3/50                            | рейтинг-контроль 1 (5 нед)  |
| 4            | Тема 1.4. Основные законы распределения.               | 5       | 6-7             | 2  | 2            |              |             | 4         |         | 2/50                            |                             |
| 5            | Тема 2.1. Выборочный метод.                            | 5       | 8               | 1  | 4            |              |             | 6         |         | 2/40                            |                             |
| 6            | Тема 2.2. Проверка статистических гипотез.             | 5       | 9-10            | 1  | 4            |              |             | 5         |         | 2/40                            |                             |
| 7            | Тема 2.3. Корреляционно-регрессионный анализ.          | 5       | 11-12           | 2  | 4            |              |             | 5         |         | 3/50                            | рейтинг-контроль 2 (12 нед) |
| 8            | Тема 2.4. Методы многомерного статистического анализа. | 5       | 13-14           | 2  | 4            |              |             | 5         |         | 3/50                            |                             |
| 9            | Тема 3.1. Основы математического моделирования.        | 5       | 15              | 2  | 2            |              |             | 5         |         | 2/50                            |                             |
| 10           | Тема 3.2. Модели популяционной динамики.               | 5       | 16              | 2  | 2            |              |             | 5         |         | 2/50                            |                             |
| 11           | Тема 3.3. Математические модели экосистем.             | 5       | 17              | 1  | 2            |              |             | 5         |         | 2/66,7                          | рейтинг-контроль 3 (17 нед) |
| <b>Всего</b> |  |         |                 |  | <b>18</b>    | <b>36</b>    |             | <b>54</b> |         | <b>26/48,1</b>                  | <b>Зачет</b>                |

**Темы лекций с краткой аннотацией.**

**Раздел 1. Теория вероятностей.**

**Тема 1.1. Случайные события.**

Предмет теории вероятностей и математической статистики. Классификация случайных событий. Элементы теории комбинаторики: числа размещений, сочетаний, перестановок. Понятие вероятности. Свойства вероятностей.

**Тема 1.2. Случайные величины.**

Понятие случайной величины. Дискретные и непрерывные случайные величины. Функция распределения и ее свойства. Плотность распределения и ее свойства.

**Тема 1.3. Основные характеристики случайных величин.**

Математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, мода, медиана, асимметрия дискретных и непрерывных случайных величин. Свойства математического ожидания и дисперсии.

**Тема 1.4. Основные законы распределения.**

Биномиальный, равномерный, нормальный, логарифмически-нормальный законы, закон распределения Пуассона.

**Тема 1.5. Многомерные случайные величины.**

Понятие многомерной случайной величины. Функция распределения, плотность вероятности, числовые характеристики двумерной случайной величины. Ковариация и корреляция.

**Раздел 2. Математическая статистика.**

**Тема 2.1. Выборочный метод.**

Генеральная и выборочная совокупности. Статистическое распределение выборки и его графическое изображение. Точечные оценки параметров распределения. Критерии качества оценок: состоятельность и несмещенность. Методы получения оценок. Выборочное среднее как несмещенная оценка генеральной средней. Выборочная дисперсия – смещенная оценка генеральной дисперсии, исправленное среднее квадратическое отклонение. Интервальное оценивание параметров распределения, доверительная вероятность, доверительный интервал.

**Тема 2.2. 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 2.3. 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.

**Тема 2.4. Методы многомерного статистического анализа.**

Многомерный корреляционный анализ. Множественная регрессия. Двухфакторный дисперсионный анализ. Элементы факторного и кластерного анализа.

**Раздел 3. Математические модели в экологии.**

**Тема 3.1. Основы математического моделирования.**

Цели и этапы математического моделирования. Классификации математических моделей. Регрессионные, имитационные, качественные модели. Основные подходы качественного и количественного анализа моделей, исследование устойчивости стационарных решений, численные методы.

**Тема 3.2. Модели популяционной динамики.**

Учет конкуренции за среды обитания и миграции особей. Модели взаимодействия двух видов. Автоколебания в моделях типа хищник-жертва (хозяин-паразит).

**Тема 3.2. Математические модели экосистем.**

Модели загрязнения окружающей среды и рационального природопользования. Постановка задачи оптимального управления.

**Тематика практических занятий:**

1. Комбинаторика и ее приложения в генетике.
2. Вероятности.
3. Числовые характеристики непрерывных и дискретных случайных величин.
4. Законы распределения
5. Графическое представление статистических распределений.
6. Параметры выборки.
7. Проверка статистических гипотез.
8. Оценка тесноты линейной зависимости. Отыскание уравнения регрессии.
9. Двухфакторный дисперсионный анализ.
10. Множественный коэффициент корреляции.
11. Регрессионные модели в экологии.
12. Отыскание стационарных решений динамических моделей. Исследование на устойчивость.
13. Моделирование в системе Matlab.

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В ходе учебного процесса могут быть использованы следующие формы проведения занятий:

1. Технология коллективного обучения - организация учебной работы студентов в парах (группах) для развития у них самостоятельности и коммуникативных умений
2. Технология модульного обучения – достижение конкретных целей учебно-познавательной деятельности в процессе работы со специально разработанным модулем, включающим в себя содержание и способы овладения этим содержанием
3. Технология проектной деятельности – организация работы студентов, основанная на их способности добывать информацию, находить нестандартные решения локальных, региональных, глобальных проблем
4. Информационно-компьютерные технологии – совокупность технологий, обеспечивающих фиксацию информации, ее обработку и информационные обмены (компьютеры, ПО, Интернет)
5. Технология обучения на основе опыта – активизация познавательной деятельности студентов за счет ассоциации их собственного опыта с предметом обучения.

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

**Тематика СРС:**

1. Комбинаторика и ее приложения 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 и на основе уравнения регрессии.
14. Двухфакторный дисперсионный анализ.
15. Множественный коэффициент корреляции.
16. Ранговая корреляция.
17. Множественная регрессия.
18. Факторный анализ.
19. Кластерный анализ.
20. Отыскание стационарных решений динамических моделей. Исследование на устойчивость.
21. Модели продукционного процесса растений.
22. Оптимизация рыбного промысла.
23. Глобальные модели.
24. Моделирование в системе Matlab.

#### **Вопросы к рейтинг-контролю 1**

1. Предмет теории вероятностей и математической статистики. Классификация случайных событий.
2. Элементы теории комбинаторики: числа 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. Биномиальный, равномерный, нормальный, логарифмически-нормальный законы, закон распределения Пуассона.
6. Понятие многомерной случайной величины.
7. Функция распределения, плотность вероятности, числовые характеристики двумерной случайной величины.
8. Ковариация и корреляция.

#### **Вопросы к рейтинг-контролю 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.
7. Функциональные, статистические и корреляционные зависимости. Линейная парная регрессия.
8. Метод наименьших квадратов. Коэффициент корреляции и его свойства. Проверка значимости и интервальная оценка коэффициента корреляции. Коэффициент детерминации. Нелинейная регрессия.
9. Многомерный корреляционный анализ. Множественная регрессия.
10. Двухфакторный дисперсионный анализ. Элементы факторного и кластерного анализа.

### **Вопросы к рейтинг-контролю 3**

1. Цели и этапы математического моделирования.
2. Классификации математических моделей. Регрессионные, имитационные, качественные модели.
3. Основные подходы качественного и количественного анализа моделей, исследование устойчивости стационарных решений, численные методы.
4. Учет конкуренции за среды обитания и миграции особей. Модели взаимодействия двух видов.
5. Автоколебания в моделях типа хищник-жертва (хозяин-паразит).
6. Модели загрязнения окружающей среды и рационального природопользования.
7. Постановка задачи оптимального управления.

### **Вопросы к зачету**

1. Числа размещений, сочетаний, перестановок.
2. Вероятность. Свойства вероятностей.
3. Дискретные и непрерывные случайные величины. Формы задания законов распределения.
4. Свойства функции распределения и плотности.
5. Основные характеристики дискретной случайной величины.
6. Основные характеристики непрерывной случайной величины.
7. Биномиальный, равномерный и нормальный законы распределения.
8. Равномерный и нормальный законы распределения. Закон распределения Пуассона.
9. Математическое ожидание и дисперсия двумерной случайной величины.
10. Выборка. Выборочные и генеральные совокупности. Статистический ряд распределения.
11. Относительные и накопленные частоты. Полигон и гистограмма.
12. Оценки. Несмещенность и состоятельность оценок. Оценки генеральных средней и дисперсии.

13. Интервальное оценивание параметров.
14. Проверка гипотезы о равенстве средних двух и более совокупностей.
15. Критерий согласия Пирсона.
16. Дисперсионный анализ.
17. Метод наименьших квадратов.
18. Коэффициент корреляции. Проверка значимости и свойства коэффициента корреляции.
19. Регрессия. Связь коэффициента корреляции и коэффициентов регрессии.
20. Математические модели и их классификации.
21. Стационарные решения. Исследование устойчивости стационарных решений.
22. Основные модели популяционной динамики.
23. Имитационное моделирование.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### *а) основная литература:*

Математические методы анализа дискретных структур генетического кода/Гупал В.М. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 334 с.: 60х90 1/16. - (Научная мысль) ISBN 978-5-369-01462-2

Джеймс Лайтхилл Математическая биогиродинамика [Электронный ресурс]/ Джеймс Лайтхилл— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2014.— 408 с. ISBN 978-5-4344-0161-6

### *б) дополнительная литература:*

Динамические модели процессов в клетках и субклеточных наноструктурах [Электронный ресурс]/ В.Д. Лахно [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2010.— 448 с ISBN

Плакунов, В. К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс] : учебник / В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-493-3.

Акбердин И.Р. Системная компьютерная биология [Электронный ресурс]/ Акбердин И.Р., Ананько Е.А., Афонников Д.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2008.— 769 с. ISBN 978-5-7692-0871-3

Сетубал Ж. Введение в вычислительную молекулярную биологию [Электронный ресурс]/ Сетубал Ж., Мейданис Ж.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2007.— 420 с ISBN 978-5-93972-623-8

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Ауд. 426-1: Аудиторные столы и стулья.

Мультимедийный комплекс (ноутбук, проектор, экран), наборы слайдов



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.03.01 «Биология»

Рабочую программу составил: доц. кафедры биологии и экологии к.х.н., доцент Ширкин Л.А.

Рецензент (представитель работодателя): С.Н. сопр. ИИИ Омск. пол. и к.с.с.р. РАН,  
Кружков Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БиЭ

от 10.11.19 года, протокол № 011.

Заведующий кафедрой Трифорова Т.А.  
подпись ФИО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 06.03.01 «Биология»  
протокол № 241 от 10.11.19 года.

Председатель комиссии Трифорова Т.А.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2014-18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 29 от 19.06.14 года

Заведующий кафедрой *Т. А. Тригорина*

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_