

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)



Первый проректор, проректор по научной  
и инновационной работе

В.Г. Прокошев

« 3 » июня 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА**

Направление подготовки 05.06.01 Науки о Земле

Направленность (профиль) подготовки Экология (в биологии)

Уровень высшего образования Подготовка кадров высшей квалификации

Квалификация выпускника «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения очная

| Год          | Трудоем-<br>кость зач.<br>ед, час. | Лек-<br>ции,<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работы,<br>час. | СРА,<br>час. | Форма<br>промежуточного<br>контроля<br>(экз./зачет) |
|--------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|---|
| 2            | 2/72                               | 20                   | 4                            | -                           | 48           | зачет   |
| <b>Итого</b> | 2/72                               | 20                   | 4                            | -                           | 48           | зачет   |

г. Владимир 2015 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является ознакомить аспирантов с основными методами анализа экспериментального материала и оценки их достоверности с использованием различных математических и статистических формул и методов, а также научить пользоваться этими формулами и методами.

В задачу курса «Биологическая статистика» включается приобретение студентами знаний и навыков:

- по использованию математических методов для оценки экспериментального материала.
- по выбору наиболее оптимальных для данных исследований математических и статистических методов, для использования в своей дальнейшей деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ОПОП ВО)

Данная учебная дисциплина входит в блок 1, вариативная часть, дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.2). Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате изучения дисциплин «Информационные технологии в науке и образовании», «Теория и методология экспериментальных исследований». Данная учебная дисциплина является базой для дальнейшего изучения дисциплины «Экология (в биологии)», Блока 3 «Научные исследования», подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

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

В результате освоения программы аспирантуры у выпускника должны быть сформированы:

УК-1: способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

### **Знать:**

- предмет, задачи и необходимости применения математических методов при изучении биологических процессов и явлений;
- основные методы систематизации экспериментального материала и составления вариационных рядов в случае прерывистой и непрерывной вариации;
- основные методы вычисления средней арифметической, среднего квадратического отклонения, коэффициента вариации с объяснением их роли и значения для характеристики вариационного ряда;
- особенности вычисления параметров выборочной совокупности при малом его объеме и с модификациями формул по вычислению параметров малых выборок;
- основные закономерности нормального и биномиального распределения, а также с теоремами сложения и умножения вероятностей;
- характер оценки параметров генеральной совокупности по параметрам выборочной совокупности. Ознакомить с методами сравнения основных характеристик вариационного ряда (средних арифметических, средних квадратических отклонений и т.д.);
- основные методы измерения связи между признаками. Ознакомить с методами вычисления коэффициента корреляции и регрессии;
- методы дисперсионного анализа.



**Уметь:**

- проводить и анализировать биологический эксперимент;
- связывать данные биологических дисциплин с методами вычисления, применяемыми в биологической статистике.

**Владеть:**

- методами анализа хи-квадрат;
- дисперсионного анализа;
- регрессионного анализа;
- корреляционного анализа.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

| № п/п         | Раздел (тема) дисциплины  | Год обучения | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах) |                      |                     |           | Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации |
|---------------|---|--------------|---|----------------------|---------------------|-----------|--|
|               |   |              | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные работы | СРА       |  |
| 1             | Введение. Систематизация материала. Графическое изображение вариационного ряда.                                     | 2            | 2   | -                    | -                   | 8         |  |
| 2             | Основные характеристики вариационного ряда. Малые выборки и их особенности.   | 2            | 3   | 1                    | -                   | 8         | Контрольная работа 1   |
| 3             | Анализ распределения. Нормальное распределение и его закономерности. Примеры типов распределения случайных величин  | 2            | 3   | 1                    | -                   | 8         |  |
| 4             | Оценка параметров генеральной совокупности. Сравнение статистических показателей (проверка статистических гипотез). | 2            | 4   | 1                    | -                   | 8         | Контрольная работа 2   |
| 5             | Измерение связи. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ.   | 2            | 4   | 1                    | -                   | 8         |  |
| 6             | Дисперсионный анализ  | 2            | 4   | -                    | -                   | 8         | Контрольная работа 3   |
| <b>ИТОГО:</b> |   |              | <b>20</b>   | <b>4</b>             | <b>-</b>            | <b>48</b> | <b>зачет</b>   |

## Теоретический курс.

**1. Введение. Систематизация материала. Графическое изображение вариационного ряда.** Необходимость применения математических методов к изучению биологических явлений. Методологические предпосылки правильного применения статистического метода в биологии. Понятия об однородности материала, точности и многократности измерений, репрезентативности выборки. Соотношение статистического метода с экспериментальным. Биологическая статистика и ее задачи. Понятие статистической совокупности. Генеральная совокупность. Выборка. Методы рандомизации, как основа обеспечения репрезентативности выборки. Систематизация варьирующих величин – составление вариационного ряда. Определение размаха варьирования. Ранжирование в случае прерывистой (дискретной) изменчивости, разбивка на классы в случае непрерывной изменчивости. Определение оптимального числа классов, расчет величины классового интервала. Систематизация в случае качественной (альтернативной) изменчивости. Полигон распределения, гистограмма распределения. Графическое изображение ряда, как метод анализа распределения.

**2. Основные характеристики вариационного ряда. Малые выборки и их особенности.** Характеристика центра распределения. Среднее арифметическое. Определение, значение и математические свойства. Мода и медиана. Характеристики вариации. Среднее квадратическое отклонение (стандартное отклонение). Определение и значение. Понятие о степенях свободы. Коэффициент вариации, определение и его значение как меры изменчивости. Особенности определения характеристик в случае разбивки вариационного ряда на классы. Определение доли в случае качественной изменчивости, выражение её в процентах и промилле. Особенности обработки вариационных рядов в случае небольшого числа членов (малые выборки). Модификации формулы среднего квадратического отклонения. Оценка параметров генеральной совокупности (распределение Стьюдента). Правила отбрасывания "выскакивающих" вариант.

**3. Анализ распределения. Нормальное распределение и его закономерности. Примеры типов распределения случайных величин.** Случайные события. Понятие о вероятности случайного события Классическое определение вероятности. Эмпирические (опытные, апостериорные) и теоретические (истинные, априорные) вероятности. Прямые и обратные вероятности. Независимые события. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Распределение вариант в вариационном ряду и закономерности распределения вероятностей. Нормальное распределение. Параметры нормального распределения: математическое ожидание и дисперсия. Закономерности модификационной изменчивости - статистические закономерности. Понятие о доверительных вероятностях и уровнях значимости Нормированное отклонение. Биноминальное распределение. Параметры биномиального распределения и методы их оценки. Нормальное распределение. Вычисление теоретически ожидаемого распределения на основании эмпирического. Критерии  $\chi^2$  (хи – квадрат), коэффициент Пирсона, его оценка с помощью таблиц. Степени свободы. Нулевая гипотеза

**4. Оценка параметров генеральной совокупности. Сравнение статистических показателей (проверка статистических гипотез).** Возможность суждения о параметрах генеральной совокупности по характеристикам выборки. Доверительные интервалы. Средняя ошибка средней арифметической, её определение и значение для оценки математического ожидания генеральной совокупности. Средние ошибки других характеристик (среднего квадратического отклонения, коэффициента вариации, ошибки процентов) и их значение. Показатель точности опыта. Сравнение средних арифметических двух заходящих друг за друга (трангрессивных) рядов. Понятие о нулевой гипотезе. Критерий t-Стьюдента. Особенности сравнения средних



арифметических в случае малых или неравновеликих выборок. Методы сравнения других характеристик вариационных рядов.

**5. Измерение связи. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ.** Физиологическая корреляция. Функциональная связь и коррелятивная изменчивость (сопряженная вариация). Понятие о двумерных случайных величинах. Измерение степени линейных корреляций. Составление таблиц. Коэффициент корреляции - критерий степени связи при двумерном нормальном распределении. Формулы и расчеты. Положительная и отрицательная корреляция. Оценка коэффициента корреляции. Понятие о регрессии. Эмпирические линии регрессии. Уравнение регрессии. Теоретическая линия регрессии. Односторонняя регрессия. Коэффициент регрессии. Достоверность линии регрессии и коэффициента регрессии. Ошибка коэффициента регрессии и оценка его достоверности. Сравнение коэффициентов регрессии. Связь между регрессией и корреляцией.

**6. Дисперсионный анализ.** Дисперсионный анализ и её сущность. Общие предпосылки использования дисперсионного анализа. Градации факторов и их характер. Схема варьирования при различии по одному фактору. Разное варьирование вариант и его характеристика. Суммы квадратов и их вычисление. Степени свободы. Общая схема дисперсионного анализа при различии по одному фактору. Схема варьирования при различии по двум факторам. Суммы квадратов степени свободы и их вычисление при двух факторах. Общая схема дисперсионного анализа при различии по двум факторам. Пакеты статистических программ и работа с ними.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

| Технология   | Сущность   |
|--|--|
| <b>Технологии объяснительно-иллюстративного обучения:</b>            |  |
| Технология формирования приемов учебной работы                       | В основе данной технологии лежит информирование, просвещение студентов и организация их репродуктивной деятельности с целью выработки как общеучебных (организационных, интеллектуальных, информационных и др), так и специальных (предметных) умений. Как правило-это усвоение и воспроизведение готовой учебной информации с использованием средств наглядности (схемы, таблица, алгоритм выполнения работы, карта, мультимедийные учебники и т.д.). |
| <b>Технологии личностно-ориентированного (адаптивного) обучения:</b> |  |
| Технология дифференцированного обучения                              | Смысл дифференцированного обучения состоит в том, чтобы, зная индивидуальные особенности каждого студента (уровень подготовки, развития, особенность мышления, познавательный интерес к предмету), определить для него наиболее целесообразный и эффективный вид деятельности, формы работы и типы заданий.  |
| Технология коллективного взаимообучения                              | Организация учебной работы студентов в парах (группах), что способствует развитию у них самостоятельности и коммуникативных умений.  |
| Технология модульного обучения                                       | Сущность модульной технологии – в самостоятельном со стороны студента или с помощью преподавателя достижении конкретных целей учебно-познавательной деятельности в процессе работы со специально разработанным модулем, т.е. функциональным блоком, включающим в себя содержание и способы овладения этим содержанием.   |



|   |  |
|---|--|
| Технология формирования учебной деятельности    | Учебная деятельность рассматривается как особая форма учебной активности студентов, направленная на приобретение знаний с помощью решения разработанной преподавателем системы учебных задач и тестов как формы контроля знаний.   |
| Технология «критического мышления»              | Термин «технология» в данном случае не подразумевает алгоритмическую заданность. В данном случае, это, скорее, открытая система стратегий, обуславливающих процесс формирования самостоятельного, критически мыслящего специалиста.  |
| Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) | Представляют собой совокупность технологий, обеспечивающих фиксацию информации, ее обработку и информационные обмены (передачу, распространение, раскрытие). К ИКТ относят компьютеры, программное обеспечение и средства электронной связи.   |
| Технология контекстного обучения                | Рассматривается как форма активного обучения, предназначенная для применения в высшей школе, ориентированная на профессиональную подготовку студентов и реализуемая посредством системного использования профессионального контекста, постепенного насыщения учебного процесса элементами профессиональной деятельности. |

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

### **Вопросы для контрольных работ**

#### *Контрольная работа 1.*

1. Необходимость применения математических методов к изучению биологических явлений. Биологическая статистика и ее задачи.
2. Понятие о статистической совокупности.
3. Систематизация варьирующих величин составление вариационного ряда.
4. Графическое изображение вариационного ряда.
5. Характеристика центра распределения (среднее арифметическое, мода, медиана).
6. Характеристики вариации (среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации).
7. Особенности обработки вариационных рядов в малых выборках
8. Оценка параметров генеральной совокупности (распределение Стьюдента).

#### *Контрольная работа 2.*

1. Понятие о вероятности.
2. Теоремы сложения и умножения вероятности.
3. Нормальное распределение и его параметры.
4. Биноминальное распределение.
5. Доверительные интервалы.
6. Средние ошибки средней арифметической, среднего квадратического отклонения и коэффициента вариации.

7. Сравнение средних арифметических и других характеристик вариационных рядов.

8. Функциональная связь и коррелятивная изменчивость.

9. Коэффициент корреляции.

10. Оценка коэффициента корреляции.

### *Контрольная работа 3*

1. Понятие о регрессии.

2. Коэффициент регрессии.

3. Оценка коэффициента регрессии.

4. Дисперсионный анализ и его сущность.

5. Общая схема дисперсионного анализа при различии по одному фактору.

6. Схема варьирования при различии по двум факторам.

7. Общая схема дисперсионного анализа при различии по двум факторам.

### **Вопросы для зачета**

1. Предмет и основные понятия биологической статистики. История биометрии.

2. Группировка данных, совокупность и вариационный ряд.

3. Совокупность, примеры различных совокупностей. Отличие выборочной совокупности от генеральной совокупности.

4. Принципы группировки данных при качественной дискретной и непрерывной изменчивости.

5. Вариационный ряд. Особенности распределения вариантов в вариационном ряду. Графическое изображение вариационного ряда.

6. Статистические показатели для характеристики совокупности.

7. Размах вариационного ряда и лимиты. Мода и медиана.

8. Средняя арифметическая и ее свойства. Формулы для вычисления.

9. Вариация и среднее квадратическое отклонение.

10. Понятие степени свободы.

11. Средняя геометрическая. Формулы для ее вычисления.

12. Коэффициент вариации, его отличие от среднего квадратического отклонения.

13. Закономерности случайной вариации. Вероятность. Формулы для вычисления вероятности.

14. Нормальная вариационная кривая и ее характеристика. Нормированное отклонение.

15. Уровни значимости. Связь между уровнем значимости и вероятностью.

16. Доверительные вероятности или доверительный интервал.

17. Оценка достоверности статистических показателей. Выборочные и генеральные совокупности.

18. Средние ошибки, ошибки выборочности. Формулы вычисления.

19. Критерий Стьюдента, случаи и примеры его использования.

20. Нулевая гипотеза. Сущность нулевой гипотезы.

21. Формулы для определения необходимого объема выборочной совокупности.

Охарактеризуйте основные предпосылки выборочного метода.

22. Измерение связи. Корреляция. Понятие о корреляции. Положительная и отрицательная корреляция.

23. Коэффициент корреляции. Формулы для его вычисления.

24. Выборочность коэффициента корреляции. Оценка его достоверности.

25. Понятие о регрессии. Односторонняя и двусторонняя регрессия.

26. Коэффициент регрессии. Ошибка коэффициента регрессии и его достоверность.



27. Статистический анализ вариации по качественным признакам.
28. Альтернативная вариация. Средняя арифметическая и среднее квадратическое отклонение при альтернативной вариации.
29. Средняя ошибка при альтернативной вариации. Доверительные границы для доли.
30. Дисперсионный анализ. Сущность дисперсионного анализа.
31. Общая схема дисперсионного анализа при однофакторном опыте.
32. Установление достоверности влияния изучаемого фактора. Фактические и табличные значения F.
33. Изучение степени соответствия фактических данных теоретически ожидаемым.
34. Критерий соответствия хи-квадрат. Формулы для его вычисления.
35. Закономерности распределения  $\chi^2$ . Понятие вероятности и значимости в применении  $\chi^2$ .
36. Фактические данные и нулевая гипотеза. Области отбрасывания нулевой гипотезы.

**Самостоятельная работа аспирантов.** Усвоение курса «Биологическая статистика» обеспечивается систематической самостоятельной работой аспирантов в соответствии с содержанием курса. Самостоятельная внеаудиторная работа аспирантов предусматривает проработку лекционного материала и материала рекомендуемой литературы для подготовки к практическим работам, контрольным работам и зачету.

#### **Темы для самостоятельного изучения:**

1. Основные понятия биостатистики. Диалектика связи между единичным и общим. Признаки и свойства. Классификация признаков.
2. Причины варьирования результатов наблюдений. Формы учета результатов наблюдений. Точность измерения. Действия над приближенными числами.
3. Решение домашних задач на вычисление средних показателей, дисперсии, среднего квадратического отклонения и оценку их достоверности.
4. Решение домашних задач на измерение связи.
5. Дисперсионный анализ. Решение домашних задач с использованием методов дисперсионного анализа однофакторного, двухфакторного и многофакторного опытов или комплексов.

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

### **а) основная литература:**

1. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 384 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-2567-1 (<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425671.html>).
2. Демография и статистика населения: сборник задач для бакалавров, получающих образование по направлению "Экономика", профиль подготовки "Статистика" / сост. В.В. Нарбут; Государственный университет управления; Институт управления финансами и налогового администрирования ГУУ, Кафедра статистики. - М. : Логос, 2013. - 92 с. - ISBN 978-5-98704-741-5 (<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987047415.html>).
3. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев. - 2-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К°", 2014. - 473 с. ISBN 978-5-394-02108-4.



(<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394021084.html>).

**б) дополнительная литература:**

1. Статистические методы анализа в здравоохранении. Краткий курс лекций. Подготовлены авторским коллективом в составе: д.м.н., проф. Леонов С.А., при участии к.м.н. Вайсман Д.Ш., Моравская С.В., Мирсков Ю.А. - М.: ИД "Менеджер здравоохранения", 2011. - 172 с. - ISBN 978-5-903834-11-2.

(<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785903834112.html>).

2. Монсик В.Б. Вероятность и статистика: учебное пособие [Электронный ресурс] / В.Б. Монсик, А.А. Скрынников. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 381 с.: ил. - ISBN 978-5-9963-2292-3.

(<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322923.html>)

3. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. - 2-е изд., испр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 816 с. - ISBN 978-5-9221-1375-5.

(<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113755.html>).

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1 <http://www.biometrika.tomsk.ru> Статистика в медицине и биологии

2. Microsoft Office Excel.

3. Statistica 10.

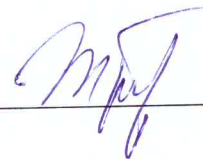
## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

*Аудитории 326а, 414.*

Термостат ТС-80, Шкаф ШС-80, Колориметр КФК-2, Ионномер ЭВ-74, Дозиметры.  
Компьютерный класс (13 компьютеров, стационарный проектор, экран).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 05.06.01 Науки о Земле и направленности (профилю) подготовки Экология (в биологии)

Рабочую программу составил  
д.б.н., проф., зав. каф. биологии и экологии Трифонова Т.А.



Рецензент: кандидат биологических наук, старший преподаватель МГУ  
им. М.В.Ломоносова Орешникова Н.В.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биологии и экологии  
Протокол № 32/1 от 3.06.15 года.

Заведующий кафедрой Трифонова Т.А.



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии направления 05.06.01 Науки о Земле  
Протокол № 9/1 от 3.06.15 года

Председатель комиссии Трифонова Т.А.






**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.16 года

Заведующий кафедрой  Трифонова Т.А.

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 \_\_\_\_\_