

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



УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор по образовательной  
 деятельности  
 А.А. Панфилов  
 « 31 » 08 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

Направление подготовки – 44.04.01 «Педагогическое образование».  
 Профиль/программа подготовки – Биолого-географическое образование.  
 Уровень высшего образования – магистратура.  
 Форма обучения – очная.

Семестр	Трудоем- кость зач. ед. / час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточ- ной аттестации (экза- мен / зачет / зачет с оценкой)
2	2/72	18	18		36	зачет
Итого	2/72	18	18		36	зачет

Владимир 2020

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Биологическая статистика» является получение базовых знаний об основных математических методах, используемых в биологических исследованиях и овладение современными средствами систематизации и обработки данных.

Задачи дисциплины следующие:

1) применять основные параметры, характеризующие совокупности; 2) оценивать тип распределения совокупностей и производить выбор методов для их сравнения; 3) оценивать достоверность влияния факторов на изменчивость между признаками; 4) определять зависимость между признаками и проводить прогноз их изменения; 5) проводить классификацию объектов и проверку качества классификации на основе многомерных методов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Биологическая статистика» относится к факультативным.

Пререквизиты дисциплины: Информационные технологии в профессиональной деятельности, Научные основы организации природоохранной деятельности.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
<i>ПК-2</i> Способен исследовать и проектировать процесс обучения на основе обоснованных форм методов и приемов организации деятельности обучающихся в образовательных организациях соответствующего уровня образования	<i>частичное</i>	<i>Знать: принципы формирования образовательной среды, ее компоненты и их дидактические возможности; принципы и подходы к организации предметной среды биологического образования в контексте ООП Уметь: формировать образовательную среду, использовать ее возможности для обеспечения качества образования. Владеть: умениями по проектированию элементов образовательной среды на основе учета возможностей конкретного региона.</i>
<i>ПК-5</i> Способен анализировать результаты научных исследований, применять их при решении конкретных научноисследовательских задач в сфере науки и образования, са-	<i>частичное</i>	<i>Знать: показатели экологических нормативов предельно допустимого воздействия человека на окружающую природную среду, методы получения информации об уровнях загрязнения природных сред; целевые экологические программы России, их источники финансирования, экономические и правовые рычаги управления природопользованием; основные глобальные социально-экологические проблемы природопользования и пути их решения; международные экологические организации и основы международного экологического права; Уметь: дать экологическую характеристику рационально-</i>

мостоятельно осуществлять научное исследование		<i>го и не рационального природопользования и их последствиям; давать рекомендации по улучшению использования и охраны природных ресурсов в социальном и экономическом аспектах; Владеть: основными методиками оценки состояния окружающей среды.</i>
--	--	---

#### 4. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Введение. Основные этапы анализа данных.	2	1	1	1		2	1/50%	
2	Типы распределения. Проверка нормальности распределения.	2	2-3	2	2		4	2/50%	
3	Описательная статистика.	2	4-6	3	3		6	3/50%	Рейтинг-контроль №1
4	Параметрические критерии достоверности оценок.	2	7-9	3	3		6	3/50%	
5	Непараметрические критерии достоверности оценок.	2	10-12	3	3		6	3/50%	Рейтинг-контроль №2
6	Дисперсионный анализ.	2	13-15	3	3		6	3/50%	
7	Корреляционный и регрессионный анализ.	2	16-18	3	3		6	3/50%	Рейтинг-контроль №3
Всего за 2-й семестр					18	18	36	18/50%	Зачёт
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине					18	18	36	18/50%	Зачёт

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

##### Тема 1. Основные этапы истории анализа данных.

История развития применения информационных и математических методов в биологических исследованиях. Признаки и их свойства. Классификация признаков. Способы регистрации первичных данных в биологическом исследовании. Варьирование результатов наблюдения и его причины. Способы группировки первичных данных. Понятие о выборке и генеральной совокупности. Пакеты статистических программ и работа с ними. Универсальные статистические программы StatGraphics, SPSS, SyStat, CSS, Statistica, STADIA. Специальные Эвриста, Trend, Класс-Мастер, Сани, Сигамд.

##### Тема 2. Типы распределения. Проверка нормальности распределения.

Распределение признака. Вариационный ряд - способ изображения распределения признака. Интервальный и безинтервальный вариационные ряды. Графическое изображение распределения признака. Гистограмма, полигон распределения, кривая распреде-

ления (вариационная кривая), кумулята. Определение нормальности распределения признака. Законы распределения случайных величин. Нормальное распределение. Проверка нормальности распределения. Критерий Колмогорова-Смирнова, Шапиро-Уилка. Асимметрия и эксцесс. Критерии асимметрии и эксцесса. Нулевая гипотеза для случая определения нормальности распределения. Биноминальное распределение. Распределение Пуассона.

### **Тема 3. Описательная статистика.**

Основные статистические показатели выборочной совокупности. Статистические показатели первой группы. Степенные средние. Средняя арифметическая, ее свойства. Структурные средние: мода, медиана, квантили. Статистические показатели второй группы. Среднее линейное отклонение. Дисперсия и свойства этого показателя. Число степеней свободы. Стандартное отклонение и его значение в биологической статистике. Коэффициент вариации. Нормированное отклонение. Правило «шести сигм».

### **Тема 4. Параметрические критерии оценок.**

Параметрические критерии: критерий Стьюдента (t-критерий), критерий Фишера (F-критерий). Формулирование нулевой гипотезы для определения доверительных различий. Сравнение выборочных долей. Сравнение показателей вариации.

### **Тема 5. Непараметрические критерии оценок.**

Непараметрические критерии: критерий Краскела-Уоллиса и медианный тест; Манна-Уитни; критерий знаков, критерий Вилкоксона.

### **Тема 6. Дисперсионный анализ.**

Анализ однофакторного дисперсионного комплекса. Оценка силы влияния и достоверности силы влияния фактора. Нулевая гипотеза для дисперсионного анализа однофакторного комплекса. Анализ двухфакторного дисперсионного комплекса.

### **Тема 7. Корреляционный анализ.**

Корреляция. Виды корреляционных связей. Основные характеристики корреляционной связи - степень связи (сила), направление и форма связи. Коэффициент корреляции. Достоверность коэффициента корреляции. Коэффициент детерминации. Z-преобразование Фишера. Частный и множественный коэффициенты корреляции. Способы выражения регрессии. Метод наименьших квадратов. Уравнение прямолинейной регрессии. Нелинейная регрессия. Виды уравнений нелинейной регрессии. Многомерные методы. Кластерный анализ. Определение "расстояний" между объектами по всей совокупности признаков. Меры расстояний: эвклидова метрика, нормализованные эвклидовы расстояния, манхеттенская метрика, процент несогласия, коэффициент корреляции Пирсона. Группирование сходных объектов в кластеры. Графическое изображение древа расстояний. Дискриминантный анализ. Уравнение дискриминации. Требования к первичным данным, минимальный объем выборок.

## **Содержание практических занятий по дисциплине**

### **Тема 1. Способы отбора вариант в выборочную совокупность. Организация статистических программ.**

Рассмотрение основных этапов анализа данных. Регистрация первичных данных, составление лабораторных журналов. Оценка разницы между одномерной, двумерной, многомерной совокупностью; повторным и бесповторным отбором вариант; между связанными и несвязанными выборками. Необходимый инструментарий: ЭВМ со статистическими программами.

### **Тема 2. Проверка нормальности распределения.**

Решение задач, формулировка нулевой гипотезы. Определение критериев для оценки нормальности распределения. Принятие решения об опровержении нулевой гипотезы.

Необходимый инструментарий: ЭВМ со статистическими программами.

### **Тема 3. Описательная статистика.**

Основные статистические показатели выборочной совокупности. Решение задач, описание выборки по средней величине и варьированию признака. Необходимый инструментарий: ЭВМ со статистическими программами.

### **Тема 4. Параметрические критерии достоверности оценок.**

Статистические сравнения количественных признаков. Решение задач, формулировка нулевой гипотезы, принятие решения об опровержении нулевой гипотезы. Сравнение выборочных долей. Альтернативные признаки. Понятие о доле. Характеристика выборки с применением выборочной доли. Оценка варьирования качественных признаков. Ошибка выборочной доли. Необходимый инструментарий: ЭВМ со статистическими программами.

### **Тема 5. Непараметрические критерии достоверности оценок.**

Сравнение средних в двух независимых группах (критерий Манна-Уитни). Сравнение средних нескольких независимых групп (критерий Краскела-Уоллиса, медианный тест). Сравнение средних в двух зависимых выборках (критерий знаков, критерий Вилкоксона). Необходимый инструментарий: ЭВМ со статистическими программами.

### **Тема 6. Дисперсионный анализ.**

Решение задач. Модели одно-, многофакторного дисперсионного анализа. Требования к формированию выборки для проведения дисперсионного анализа. Необходимый инструментарий: ЭВМ со статистическими программами.

### **Тема 7. Корреляционный и регрессионный анализ.**

Вычисление коэффициента линейной корреляции, критериев нелинейной корреляции. Формулировка нулевой гипотезы при определении достоверности коэффициентов силы связи между признаками и при оценке формы связи между признаками. Вычисление коэффициентов силы связи качественных признаков. Определение уравнения линейной регрессии. Определение коэффициента множественной, частной корреляции. Требования к формированию выборки для проведения регрессионного анализа. Необходимый инструментарий: ЭВМ со статистическими программами.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Биологическая статистика» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения: *интерактивная лекция (тема № 2); групповая дискуссия (тема № 3); тренинг (тема №4); анализ ситуаций (№2, 6); применение имитационных моделей (тема № 7); разбор конкретных ситуаций (тема № 5).*

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

### **Задания к рейтинг-контролю**

#### **Рейтинг-контроль № 1**

1. Биномиальное распределение.
2. Правило плюс-минус трех сигм.

#### **Рейтинг-контроль № 2**

1. Закономерности нормального распределения.

2. Показатели асимметрии и эксцесса.

### **Рейтинг-контроль № 3**

1. Распределение Пуассона.

2. Нормированное отклонение в оценке свойств нормального распределения.

### **Задания для самостоятельной работы студентов**

1. Результаты обработки данных на основе однофакторного дисперсионного анализа.

2. Результаты обработки данных на основе многофакторного дисперсионного анализа.

3. Результаты обработки данных на дисперсионного анализа с повторными эффектами.

4. Обработка полученных в ходе исследований данных на основе метода описательной статистики.

5. Обработка полученных в ходе исследований данных на основе параметрических критериев достоверности оценок.

6. Обработка полученных в ходе исследований данных на основе непараметрических критериев достоверности оценок.

7. Обработка полученных данных на основе методов корреляционного анализа.

8. Оценкам расстояний между сообществами по видовому составу на основе кластерного анализа.

9. Применение кластерного анализа при оценке роста организмов.

### **Вопросы к зачету**

1. Представление о генеральной и выборочной совокупности: методы сбора вариант в выборку.

2. Законы распределения случайных величин.

3. Вариационный ряд и его графическое изображение; интервальный и безинтервальный вариационный ряд.

4. Асимметрия и эксцесс.

5. Средние величины: степенные и структурные средние.

6. Показатели вариации выборочной совокупности.

7. Статистические оценки генеральных параметров.

8. Интервальные оценки генеральных параметров.

9. Статистические сравнения; критерии достоверности различий между выборками: (t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера).

10. Корреляция, коэффициент корреляции.

11. Описание корреляции между качественными признаками.

12. Корреляционный анализ.

13. Регрессионный анализ.

14. Кластерный анализ.

15. Дискриминантный анализ.

16. Сформулируйте статистическое заключение: что означает принять или отклонить нулевую гипотезу ( $H_0$ ):

а) при сравнении эмпирического и теоретического распределений;

б) при сравнении двух выборочных совокупностей;

в) в корреляционном анализе;

г) в дисперсионном анализе;

17. Характеристика процесса анализа данных в программных продуктах: Statistica, Stadia, MS Excel.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература			
1. Баранов, Сергей Геннадьевич. Практикум по экологии для бакалавров направления 050100 / С. Г. Баранов, С. Ю. Морев, Т. С. Бибик ; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ)	2013	39	
2. Баранов, Сергей Геннадьевич. Методические рекомендации для студентов по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Общая экология" [Электронный ресурс] : [ч.1 -2] / С. Г. Баранов ; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ)	2018		<a href="http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/6874/1/00732.docx">http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/6874/1/00732.docx</a> <a href="http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/7086/3/00789.docx">http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/7086/3/00789.docx</a>
3. Баранов С.Г., Н.Е. Бурдакова. Оценка стабильности развития Владимир: Изд-во Владим. гос. ун – та., 2014. -с.	2014	39	
Дополнительная литература			
1. Клюев, Н. Н. Экологические итоги реформирования России / Н. Н. Клюев ; Российский Фонд фундаментальных исследований (РФФИ)			<a href="http://index.lib.vlsu.ru/cgi-bin/zgate.exe?follow+36888+RU%5CVLSU%5CSLUSHEBNUI%5C2683%5B1,12%5D+ruf">http://index.lib.vlsu.ru/cgi-bin/zgate.exe?follow+36888+RU%5CVLSU%5CSLUSHEBNUI%5C2683%5B1,12%5D+ruf</a>
2. Константинов, Владимир Михайлович. Экологические основы природопользования : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе .— 3-е изд., стер. — Москва : Академия,	2004	5	
3. Ефимов В.М., В.Ю.Ковалева Многомерный анализ биологических данных. 2008. СПб. (изд.2, исправленное и дополненное). 86 с. (библиотека ВлГУ)	2008	10	
4. Бетляева Ф.Х. Биометрическая обработка данных на основе компьютерной программы STADIA. Самара, 2008.-130 с. (библиотека ВлГУ)	2008	10	

## 7.2. Периодические издания

1. Научно-методический журнал: «Биология в школе»  
<http://window.edu.ru/resource/956/47956>
2. Сайт доказательной биологии [www.biometrica.tomsk.ru/books.htm](http://www.biometrica.tomsk.ru/books.htm)

## 7.3. Интернет-ресурсы

[www.sevin.ru/fundecology](http://www.sevin.ru/fundecology) Фундаментальная экология. Научно-образовательный сервер. Кафедра общей экологии Биологического факультета МГУ им. Ломоносова и Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН  
[www.ecolife.ru](http://www.ecolife.ru) экологические новости, публикации, форумы  
[www.statistica.ru](http://www.statistica.ru) сервер статических методов исследования

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лекции проводятся в ауд. 302, практические занятия проводятся в ауд. 316 (кабинет экологии).

Рабочую программу составил доцент кафедры биологического и географического образования Баранов С.Г. \_\_\_\_\_

Рецензент (представитель работодателя): директор МБОУ СОШ № 29 г. Владимира Плышевская Е.В. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биологического и географического образования

Протокол № 1 от 31.08.2020 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ доцент Грачева Е.П.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 44.04.01 Педагогическое образование

Протокол № 1 от 31.08.2020 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ директор ПИ ВлГУ Артамонова М.В.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедр-  
рой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедр-  
рой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедр-  
рой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

в рабочую программу дисциплины

*Биологическая статистика*

образовательной программы направления подготовки 44.04.01 Педагогическое образова-  
ние, направленность: Биолого-географическое образование

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
*Подпись ФИО*