

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
экологии и земельных ресурсов

 Девятова Т.А.
09.06.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.06.01 Статистическая обработка результатов эксперимента

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:** 05.03.06 Экология и природопользование
- 2. Профиль подготовки/специализация:** охрана окружающей среды
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавриат
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра экологии и земельных ресурсов
- 6. Составители программы:** Алаева Л.А., к.б.н., доцент

7. Рекомендована: НМС медико-биологического факультета протокол № 2 от 04.03.2025 г.

8. Учебный год: 2027-2028 **Семестр(ы)/Триместр(ы):** 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является приобретение знаний и умений статистической обработки данных, полученных в ходе экологических исследований, с использованием широко применяемых методов в сфере экологии и природопользования.

Задачи учебной дисциплины:

- научиться группировать выборочные совокупности экспериментальных данных, полученных в ходе экологических исследований, и проводить их первичную статистическую обработку;
- изучить основные статистические характеристики, используемые в основных методах статистической обработки данных, их определения и формулы расчета;
- освоить статистические методы обработки фактических данных в экологии и природопользовании с использованием программы STATISTICA 10.0

10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина Б1.В.ДВ.06.01 Статистическая обработка результатов эксперимента входит в вариативную часть, формируемую участниками образовательных отношений, блока Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК 2	Способен планировать работу и выбирать методы решения исследовательских задач адекватно поставленным целям с учетом широкого понимания профессиональной области, а также обрабатывать, интерпретировать и оформлять результаты проведенных исследований в выбранной области науки	ПК 2.1	формирует (разрабатывает) план и перечень методик проведения научно-исследовательских работ, а также проводит информационный поиск для решения исследовательских задач, обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации.	Знать: - условия формирования репрезентативных выборок, основные статистические характеристики и современные методы анализа экологической информации; – области применения дисперсионного и корреляционно-регрессионного методов статистической обработки данных Уметь: – обрабатывать и анализировать полученные данные с использованием расчетных методик и статистических программ Владеть: навыками использования программы STATISTICA 10.0 и мастера функции приложения Microsoft Excel для статистической обработки фактических результатов экологических исследований.
		ПК 2.3	анализирует и обрабатывает информацию по тематике исследования в выбранной области наук на основании широкого понимания профессиональной области и/или области обучения, в том числе на междисциплинарном уровне	Знать: – условия формирования репрезентативных выборок из фактических данных, полученных в рамках индивидуальных научно-исследовательских тем; – перечень статистических характеристик и методов анализа экологической информации, необходимый в рамках собственной научно-исследовательской тематики. Уметь: – обрабатывать и анализировать собственные фактические данные с использованием расчетных методик и статистических программ Владеть: – навыками применения программы STATISTICA 10.0 и мастера функции приложения Microsoft Excel для статистической обработки фактических результатов собственных экологических исследований.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.

Форма промежуточной аттестации зачет.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ 7	№ семестра	...
Аудиторные занятия	48	48		

в том числе:	лекции	16	16		
	практические	32	32		
	лабораторные	0	0		
Самостоятельная работа		60	60		
в том числе: курсовая работа (проект)		0	0		
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)		0	0		
Итого:		108	108		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Статистические методы в экологии и природопользовании	История возникновения и сферы применения методов статистической обработки данных в экологических исследованиях	-
1.2	Генеральная и выборочная совокупности	Необходимость статистической обработки экологических данных. Условия рендомизации, вариационные ряды. Качественные, порядковые и количественные признаки изучаемых экологических показателей.	-
1.3	Основные статистические характеристики.	Определения среднего арифметического, стандартного отклонения, дисперсии, коэффициента вариации, ошибок среднего арифметического, доверительных интервалов.	-
1.4	Дисперсионный анализ	Освоение дисперсионного анализа, интерпретация критерия Фишера. Критерий Стьюдента, нулевая гипотеза	-
1.5	Корреляционно-регрессионный анализ	Корреляционная связь, регрессионная зависимость. Графическая обработка результатов корреляционно-регрессионного анализа	
2. Практические занятия			
2.1	Статистические методы в экологии и природопользовании	Обзор видов статистической отчетности в сфере экологии и природопользования.	-
2.2	Генеральная и выборочная совокупности	Группировка данных выборочной совокупности. Графическое изображение результатов группировки с помощью программы STATISTICA1.0. Применение метода в рамках индивидуальных научно-исследовательских тем	-
2.3	Основные статистические характеристики.	Вычисление основных статистических характеристик с использованием программы STATISTICA 1.0 и мастера функции приложения Microsoft Excel. Применение метода в рамках индивидуальных научно-исследовательских тем	-
2.4	Дисперсионный анализ	Дисперсионный метод, вычисление критерия Фишера и опровержение нулевой гипотезы с использованием программы STATISTICA1.0. Применение метода в рамках индивидуальных научно-исследовательских тем	-
2.5	Корреляционно-регрессионный анализ	Освоение корреляционно-регрессионного анализа в программе STATISTICA1.0. Вычисление коэффициента корреляции, уравнения регрессии и графическое изображение результатов. Применение метода в рамках индивидуальных научно-исследовательских тем	-

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)			
		Лекции	Практические	Самостоятельная работа	Всего
1	Статистические методы в экологии и природопользовании	2	4	12	18
2	Генеральная и выборочная совокупности	4	8	12	24
3	Основные статистические характеристики.	4	8	12	24
4	Дисперсионный анализ	2	4	12	18
5	Корреляционно-регрессионный анализ	4	8	12	24
	Итого:	16	32	60	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины: В

соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам Университета и кафедры. При изучении дисциплины предусмотрена работа обучающихся в группе, формирующая чувство коллективизма и коммуникабельность; а также самостоятельная работа, способствующая формированию активной жизненной позиции поведения, аккуратности, дисциплинированности. Для успешного освоения дисциплины обучающимся рекомендуется регулярная работа с конспектами лекций, презентационным материалом, своевременное выполнение практических работ, тестов, заданий текущей аттестации и т.д. Текущий контроль усвоения определяется устным опросом в ходе занятий, ответами на тестовые задания, защитой практических работ. Способность к творческой деятельности и поиску новых решений определяется подбором статей периодических изданий в рамках темы практического занятия. В конце изучения учебной дисциплины проводится контроль знаний в виде зачета.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей. Для лиц с нарушением слуха на лекционных и практических занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчика. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено. Для лиц с нарушением зрения допускается использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам. При необходимости время подготовки на зачете может быть увеличено. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата с учетом состояния их здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно. На лекционных и практических занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Михальчук, А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений : учебное пособие / А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. - Ч. II. Компьютерный практикум. - 152 с. [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442768
2	Михальчук, А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений : учебное пособие / А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. - Ч. III. Лабораторный практикум. - 200 с.

	[Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442769
--	--

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Михальчук, А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений : учебное пособие / А.А. Михальчук, Е.Г. Языков. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2014. - Ч. I. Математические основы. - 102 с. [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442767
4	Метрический анализ и обработка данных [Электронный ресурс] / Крянев А.В., Лукин Г.В., Удумян Д.К. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922110686.html
5	Статистические методы анализа в здравоохранении. Краткий курс лекций [Электронный ресурс] / Леонов С.А., Вайсман Д.Ш., Моравская С.В, Мирсков Ю.А. - М. : Менеджер здравоохранения, 2011. - http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785903834112.html
6	Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по геогр. и экол. специальностям / Ю. Г. Пузаченко. — М. : Academia, 2004. — 407 с.
7	Пучков Н.П. Математическая статистика. Применение в профессиональной деятельности / Н.П. Пучков. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. 81 с. URL http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277931&sr=1
8	Шуленин В.П. Математическая статистика. Ч. 1. Параметрическая статистика / В.П. Шуленин. - Томск: Изд-во "НТЛ", 2012. - 540 с. URL http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=200148&sr=1
9	Шуленин В.П. Математическая статистика. Ч. 2. Непараметрическая статистика / В.П. Шуленин. - Томск: Изд-во "НТЛ", 2012. - 388 с. URL http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=200149&sr=1

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
10	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
11	https://biblioclub.ru/
12	https://e.lanbook.com/
13	http://www.studentlibrary.ru/
14	ЭУМК Статистические методы в экологии и природопользовании https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7401

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
15	Глебов, В.И. Практикум по математической статистике: проверка гипотез с использованием Excel, MatCalc, R и Python : [16+] / В.И. Глебов, С.Я. Криволапов ; Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. – Москва : Прометей, 2019. – 87 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576035

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

- личностно-ориентированные технологии реализуются посредством активных технологий обучения (АТО), таких как проблемные лекции. В проблемных лекциях базовыми элементами являются система познавательных задач, отражающих основное содержание темы, и общение диалогического типа, предметом которого является вводимый лекционный материал;
- знаково-контекстные технологии, реализуемые посредством практических занятий, в рамках которых обучающиеся приобретают навыки профессиональной деятельности;
- дистанционно-образовательные технологии, реализуемые посредством ЭУМК.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Дисплейный класс, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы. Лаборатория дистанционного обучения. Специализированная мебель, мобильный экран для проектора, проектор BenqMS502, проектор EpsonEB-X02, ноутбук SamsungNP270E5-X01 с возможностью подключения к сети «Интернет», компьютеры IntelCorei-3-2120,i-3-10100 для подключения к Электронному университету ВГУ, доска магнитно-маркерная.	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I, Учебный корпус №1 (МБФ) ауд. 42.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, доска магнитно-маркерная. Специализированная мебель, мобильный экран для проектора, проектор BenqMS502, проектор EpsonEB-X02, ноутбук SamsungNP270E5-X01 с возможностью подключения к сети «Интернет»	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I, Учебный корпус №1 (МБФ) ауд. 470

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Статистические методы в экологии и природопользовании	ПК 2	ПК 2.1.	Доклады по индивидуальным темам
2.	Генеральная и выборочная совокупности	ПК 2	ПК 2.1.	Контрольная работа
			ПК 2.3	Практическая работа
3.	Основные статистические характеристики.	ПК 2	ПК 2.1.	Контрольная работа
			ПК 2.3	Практическая работа
4.	Дисперсионный анализ	ПК 2	ПК 2.1.	Контрольная работа
			ПК 2.3	Практическая работа
5.	Корреляционно-регрессионный анализ	ПК 2	ПК 2.1.	Контрольная работа
			ПК 2.3	Практическая работа
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Комплект задач

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Темы докладов

1. Возникновение и становление математической статистики как науки.
2. Основные направления экологических исследований, в которых широко используются методы статистической обработки данных.
3. Обзор современных периодических изданий на предмет научных публикаций с результатами статистической обработки данных экологических исследований.

Описание технологии проведения текущего контроля успеваемости в виде докладов по индивидуальным темам:

1. На практическом занятии обучающиеся получают перечень тем по определенному разделу дисциплины, для обеспечения личностно-ориентированного подхода.

2. Обучающимся разъясняются требования к подготовке устного сообщения и критерии оценивания, доклады по индивидуальным темам обучающиеся готовят в рамках самостоятельной работы (устное сообщение по плану и конспект в рабочей тетради).

3. При оценивании доклада, учитывается

- свободная форма изложения (есть - 2 балла, частично - 1 балл, нет - 0 баллов);
- владение новой терминологией (владеет - 2 балла, частично - 1 балл, нет - 0 баллов);

- отвечает на дополнительные вопросы (да - 2 балла, частично - 1 балл, нет - 0 баллов);
- конспект (подробный, иллюстрированный - 2 балла, краткий - 1 балл, нет - 0 баллов);
- при подготовке использованы дополнительные источники информации (да - 2 балла, частично - 1 балл, нет - 0 баллов).

10-5 баллов - зачет

менее 5 баллов - тема не сдана.

Темы контрольных работ

1. Провести группировку данных в выборочных совокупностях. Полученные результаты представить в виде таблицы и графически обработать результаты.
2. Рассчитать основные статистические характеристики (M , S^2 , S , V , m , $m\%$, доверительные интервалы) и объяснить полученные результаты.
3. Провести дисперсионный анализ и объяснить полученные результаты.
4. Провести корреляционно-регрессионный анализ и объяснить полученные результаты.

Описание технологии проведения текущего контроля успеваемости в форме контрольной работы.

1. На практическом занятии обучающиеся получают индивидуальное задание (по вариантам) в рамках конкретной темы, для обеспечения лично-ориентированного подхода.
2. Обучающимся разъясняются требования к выполнению контрольной работы и выдается вариант работы.

3. При оценивании контрольной работы учитывается

- правильность решения варианта задачи (полностью правильно - 2 балла, частично - 1 балл, полностью не совпадает с ответом - 0 баллов);
- владение новой терминологией (владеет - 2 балла, частично - 1 балл, нет - 0 баллов);
- отвечает на дополнительные вопросы (да - 2 балла, частично - 1 балл, нет - 0 баллов);
- конспект (подробный, иллюстрированный - 2 балла, краткий - 1 балл, нет - 0 баллов).

8-4 баллов - зачет;

менее 4 баллов - контрольная работа не сдана.

Темы практических работ

1. Формирование выборочных совокупностей из фактического материала в рамках индивидуальных научно-исследовательских тем.
2. Применение метода расчета основных статистических показателей в рамках индивидуальных научно-исследовательских тем.
3. Применение дисперсионного метода в рамках индивидуальных научно-исследовательских тем.
4. Применение корреляционно-регрессионного метода в рамках индивидуальных научно-исследовательских тем.

Описание технологии проведения текущего контроля успеваемости в форме практической работы.

1. На практическом занятии обучающиеся получают индивидуальное задание в рамках индивидуальной научно-исследовательской темы, для обеспечения лично-ориентированного подхода.

2. Обучающимся разъясняются требования к выполнению практической работы.

3. При оценивании практической работы учитывается

- правильность решения задачи (полностью правильно - 2 балла, частично - 1 балл, полностью не совпадает с ответом - 0 баллов);
- владение новой терминологией (владеет - 2 балла, частично - 1 балл, нет - 0 баллов);
- отвечает на дополнительные вопросы (да - 2 балла, частично - 1 балл, нет - 0 баллов);
- конспект (подробный, иллюстрированный - 2 балла, краткий - 1 балл, нет - 0 баллов).

8-4 баллов - зачет;

менее 4 баллов - контрольная работа не сдана.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Комплект задач

Задача №1. Группировка количественных признаков

Провести группировку данных в выборочных совокупностях. Полученные результаты представить в виде таблицы.

Вариант 1. Мощность гумусового горизонта разных видов черноземов (см)

90	109	99	100	115	68	70	72	73	70
76	82	80	68	69	74	72	69	80	79
79	84	84	108	83	84	99	98	102	101
45	59	60	63	78	87	94	91	88	90
72	68	80	81	84	77	79	81	84	76
70	67	100	103	69	72	74	66	67	72
79	78	83	92	93	81	82	86	89	93
77	76	88	89	94	82	80	81	77	80
92	91	76	79	73	84	79	84	79	84
89	85	93	90	79	83	91	87	89	94

Задача № 2.

Рассчитать основные статистические характеристики (M , S^2 , S , V , m , $m\%$ и доверительные интервалы)

Вариант 1. Значения pH:

5,8	6,2	5,4	6,3	6,1	6,2	6,2	5,7	5,9	6,0
6,5	5,7	6,3	6,1	6,1	6,1	6,0	5,9	6,2	5,3

Задача № 3.

Провести дисперсионный анализ.

Вариант 1. Изучалось влияние характера органических добавок в почву на водопрочность капролитов (%). В одни сосуды органических добавок не вносили, во вторые – добавлялись злаково-разнотравные травянистые растения, в третьи – листья различных деревьев.

№ варианта	Водопрочность, %			
1	14,0	14,2	13,8	14,0
2	15,8	15,5	16,8	16,0
3	14,6	15,2	15,8	15,0

Задача № 4.

Провести корреляционный анализ.

Вариант 1. Выяснить степень связи между приведенными показателями.

Для 13 образцов пойменных почв определены калийфиксирующая способность – КФС (мг K_2O на 100 г почвы) и содержание частиц меньше 0,001 мм (%).

КФС-Х	86,4	70,8	71,2	56,8	42,8	87,0	79,2	84,5	96,4	55,8	60,5	43,7	37,6
ил - Y	28,8	17,9	16,1	7,5	4,6	24,9	16,4	13,7	26,0	4,8	12,2	6,1	3,8

Задача № 5.

Провести регрессионный анализ.

Вариант 1. Выяснить регрессионную зависимость и графически изобразить.

Для 13 образцов пойменных почв определены калийфиксирующая способность – КФС (мг K_2O на 100 г почвы) и содержание частиц меньше 0,001 мм (%).

КФС-Х	86,4	70,8	71,2	56,8	42,8	87,0	79,2	84,5	96,4	55,8	60,5	43,7	37,6
ил - Y	28,8	17,9	16,1	7,5	4,6	24,9	16,4	13,7	26,0	4,8	12,2	6,1	3,8

Описание технологии проведения

Зачет осуществляется на заключительном практическом занятии. По результатам текущего контроля успеваемости подводятся итоги. Обучающиеся, выполнившие в полном объеме все виды работ на оценку "зачет", аттестовываются автоматически.

Остальные сдают зачет с использованием комплекта задач, полный перечень которых раздается заблаговременно. Зачет осуществляется в устной форме, индивидуальные варианты раздаются с соблюдением условия рандомизации. Дается время на подготовку.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся задачи решил правильно, с применением формул расчета и сделаны соответствующие выводы	зачтено
Обучающийся совершил грубые ошибки в решении задач, проявил непонимание основных определений и формул.	не зачтено