


**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени И.Т. ТРУБИЛИНА»**

**ФАКУЛЬТЕТ АГРОНОМИИ И ЭКОЛОГИИ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета агрономии  
и экологии, к.с.-х.н., доцент

  
А.А. Макаренко  
« 22 » мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Статистические методы в экологии и**  
**природопользовании**

Направление подготовки  
**05.04.06 Экология и природопользование**

Направленность  
**«Экология и природопользование»**

Уровень высшего образования  
**Магистратура**

Форма обучения  
**очная**

**Краснодар**  
**2023**


Рабочая программа дисциплины «Статистические методы в экологии и природопользовании» разработана на основе ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 897.

Автор:  
к.б.н., доцент кафедры  
ботаники и общей экологии

  
Ю. Ю. Никифоренко

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры ботаники и общей экологии от 11.05.2023 г., протокол № 9/1.

Заведующий кафедрой,  
д.б.н., профессор

  
С. Б. Криворотов

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета агрономии и экологии, протокол от 15.05.2023 г., протокол № 5.

Председатель  
методической комиссии,  
ст. преподаватель кафедры общего  
и орошаемого земледелия

  
Е. С. Бойко

Руководитель  
основной профессиональной  
образовательной программы,  
к.б.н., профессор

  
Н. В. Чернышева

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «Статистические методы в экологии и природопользовании» является формирование комплекса знаний о практических навыках работы с современными методами статистического анализа экологических данных, методах анализа данных, таких как дескриптивная обработка, регрессионный, корреляционный и дисперсионный анализы, многомерные методы анализа данных.

### **Задачи дисциплины:**

- решение задач экологии и рационального природопользования;
- использование ресурсов Интернет для получения географической, гидрометеорологической и экологической информации;
- умение работать с количественной информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач.

## **2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

### **В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:**

**ОПК-3.** Способен применять экологические методы исследований для решения научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.

**ПК-2.** Готов проводить статистическую обработку результатов экспериментальных исследований, их анализ, формулировать выводы и предложения.

**В результате изучения дисциплины «Статистические методы в экологии и природопользовании» обучающийся готовится к освоению трудовых функций и выполнению трудовых действий:**

**Профессиональный стандарт «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)»** (Приказ Минтруда России от 7 сентября 2020 № 569)

**Обобщенная трудовая функция:** Планирование и документальное оформление природоохранной деятельности организации.

**Трудовая функция 1:** Планирование и документальное оформление мероприятий по эксплуатации средств и систем защиты окружающей среды в организации.

**Трудовые действия:** Разработка инструкций по эксплуатации средств и систем защиты окружающей среды в организации.

Разработка и корректировка паспортов газоочистных установок в организации.

Ведение и корректировка реестра газоочистных установок в организации.

Разработка программы технического обслуживания, технического осмотра и проверки показателей и планово-предупредительного ремонта средств и систем защиты окружающей среды в организации.

Организация проведения испытаний средств и систем защиты окружающей среды в организации и документальное оформление их результатов.

Разработка и организация мероприятий по устранению обнаруженных неисправностей и отклонений показателей средств и систем защиты окружающей среды в организации.

**Трудовая функция 2:** Ведение документации по нормированию воздействия производственной деятельности организации на окружающую среду.

### **Трудовые действия:**

Подготовка документации для определения класса опасности и паспортизации отходов в организации.

Подготовка документации для расчетов нормативов допустимых выбросов и нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в организации.

Подготовка документации для установления временно разрешенных выбросов и временно разрешенных сбросов загрязняющих веществ в организации.

Подготовка документации для разработки технологических и технических нормативов.

Разработка графика достижения нормативов допустимых выбросов, нормативов допустимых сбросов, технологических нормативов.

Подготовка документации для установления в организации нормативов образования отходов и лимитов на их размещение.

Подготовка документации для установления нормативов допустимых уровней физического воздействия на окружающую среду в организации.

Подготовка документации для разработки проекта санитарно-защитной зоны организации

**Трудовая функция 4:** Оформление разрешительной документации в области охраны окружающей среды.

**Трудовые действия:**

Оформление документации для получения лицензии на осуществление деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I-IV классов опасности.

Оформление документации для получения организацией комплексного экологического разрешения.

Оформление заявки на получение организацией комплексного экологического разрешения.

Оформление декларации о воздействии на окружающую среду в организации.

Подготовка заявки для постановки организации на государственный учет объекта негативного воздействия на окружающую среду.

### 3 Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

«Статистические методы в экологии и природопользовании» является дисциплиной обязательной части ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению 05.04.06 Экология и природопользование, направленность «Экология и природопользование».

### 4 Объем дисциплины (72 часа, 2 зачетных единиц)

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
<b>Контактная работа</b>	27	-
в том числе:		
— аудиторная по видам учебных занятий	26	-
– лекции	6	-
– практические	20	-
– внеаудиторная	1	-
– зачет	1	-
– экзамен	-	-
– защита курсовых работ (проектов)	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	45	-
в том числе:		
— курсовая работа (проект)	-	-
— прочие виды самостоятельной работы	45	-

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
<b>Итого по дисциплине</b>	72/2	-
<b>В том числе в форме практической подготовки</b>	-	-

## 5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемой дисциплины студенты (обучающиеся) сдают зачет.

Дисциплина изучается на 1 курсе, во 2 семестре по учебному плану очной формы обучения.

### Содержание и структура дисциплины очной форме обучения

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				лекции	в том числе в форме практической подготовки	практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа
1	<b>Введение в статистический анализ в экологии.</b> 1. Цели, круг потенциально решаемых задач, примеры конкретных приложений, компьютерные программы. Этапы технологического процесса автоматизированной обработки экологической информации. 2. Средства автоматизации обработки данных. Базы данных дистрибутивной информации. 3. Первичная обработка данных. Правила составления сводных таблиц. Проверка данных на репрезентативность. Классификация типов данных.	ОПК-3; ПК-2	2	2	-	6	-	-	-	20

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				лекции	в том числе в форме практической подготовки	практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа

	<p>4. Методы описательной статистики. Расчет описательных статистик при помощи электронных таблиц MS EXCEL.</p> <p>5. Приемы описательной статистики в пакете прикладных программ STATISTICA 6.0.</p> <p>6. Экспорт и импорт данных. Статистическое описание одномерной выборки.</p>									
2	<p><b>Дисперсионный и регрессионный анализ.</b></p> <p>1. Основы теории общей линейной модели, однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ и общая программа факторного планирования эксперимента.</p> <p>2. Теоретические понятия простой и множественной регрессии, линейной и нелинейной, корреляционной и ковариационной матрицы, пошаговый анализ и временные ряды. Практические расчеты коэффициентов различных видов регрессии.</p> <p>3. Графический анализ в MS EXCEL и STATISTICA 6.0. Проверка гипотез о равенстве средних. Реализация процедуры в MS EXCEL и STATISTICA 6.0.</p> <p>4. Критерий Стьюдента (t-тест). Анализ адекватности модели. Проверка равенства дисперсий.</p> <p>5. Процедура построения дисперсионного анализа. Реа-</p>	ОПК-3; ПК-2	2	2	-	8	-	-	-	20

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				лекции	в том числе в форме практической подготовки	практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа

	лизация процедуры дисперсионного анализа в MS EXCEL и STATISTICA 6.0. 6. Реализация процедуры построения линейной регрессионной модели в MS EXCEL и STATISTICA 6.0. Проверка адекватности модели регрессионного анализа.									
3	<p><b>Многомерные методы.</b></p> <p>1. Описание основных многомерных методов, их суть и задачи, решаемые с их помощью. Примеры применения метода главных компонент, кластерного анализа, факторного анализа, дискриминантного анализа, канонического корреляционного анализа. Решение задач многомерного анализа при исследовании биологического разнообразия.</p> <p>2. Расчет индексов разнообразия. Построения дендрограмм.</p> <p>3. Анализ временных рядов. Расчет основных характеристик временных рядов и их анализ. Технология расчета на компьютере.</p> <p>4. Многомерный анализ. Построение множественной линейной регрессионной модели с помощью MS EXCEL.</p> <p>5. Порядок выполнения корреляционно-регрессионного анализа в системе STATISTICA 6.0.</p> <p>6. Многомерные статистические методы в анализе биоло-</p>	ОПК-3; ПК-2	2	2	-	6	-	-	-	15

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				лекции	в том числе в форме практической подготовки	практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа
	гического разнообразия. Кластерный анализ в среде STATISTICA 6.0.									
<b>Итого</b>				6	-	20	-	-	-	45

## 6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания (для самостоятельной работы)

1. Статистические методы в экологии и природопользовании: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Ю. Ю. Никифоренко. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 88 с. – Режим доступа: <https://kubsau.ru/education/chairs/eco-common/publications/>

2. Попок Л. Б. Основы компьютерных технологий в экологии и природопользовании: практ. 1. Попок Л. Б. Основы компьютерных технологий в экологии и природопользовании: практ. пособие для магистров [Электронный ресурс] / Л.Б. Попок, Л.Е. Попок. – Краснодар, 2012. – 53 с. – Режим доступа: <https://kubsau.ru/education/chairs/eco-common/publications/>

3. Попок Л. Б. Компьютерный анализ данных в экологии и природопользовании : практическое пособие для магистров [Электронный ресурс] / Попок Л. Б. – Краснодар, 2013. – 62 с. – Режим доступа: <https://kubsau.ru/education/chairs/eco-common/publications/>

4. Белюченко И. С. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании : учебное пособие [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Л. Б. Попок, Л. Е. Попок – Краснодар, 2015. – 265 с. Режим доступа: [https://edu.kubsau.ru/file.php/104/Analiz\\_dannykh\\_i\\_matematicheskoe\\_modelirovanie\\_v\\_ekologii\\_i\\_prirodopolzovanii.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/104/Analiz_dannykh_i_matematicheskoe_modelirovanie_v_ekologii_i_prirodopolzovanii.pdf)

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

Номер семестра	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
----------------	---

ОПК-3. Способен применять экологические методы исследований для решения научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности
---



Номер семестра	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
1	Методология научных исследований в экологии и природопользовании
1	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
2	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2	Статистические методы в экологии и природопользовании
4	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты
<b>ПК-2. Готов проводить статистическую обработку результатов экспериментальных исследований, их анализ, формулировать выводы и предложения</b>	
2	Статистические методы в экологии и природопользовании
2	Управление проектами в экологии и природопользовании
4	Преддипломная практика
4	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты

\* номер семестра соответствует этапу формирования компетенции

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
<b>ОПК-3. Способен применять экологические методы исследований для решения научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности</b>					
<b>ОПК-3.1.</b> Использует статистические методы для решения научно-исследовательских и прикладных задач в области экологии и природопользования	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с	Рефераты Контрольная работа Тесты Вопросы и задания для проведения экзамена
<b>ОПК-3.2.</b> Владеет методами экологического мониторинга для решения научно-исследовательских и прикладных задач в области экологии и природопользования	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки, не проде-	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных за-	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи		
<b>ОПК-3.3.</b> Применяет методы научных исследований для решения научно-	не проде-	не проде-			

исследовательских и прикладных задач в области экологии и природопользования	монстрированы базовые навыки	дач с некоторыми недочетами	с негрубыми ошибками, продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач	отдельными существенными недочетами, Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач	
<b>ПК-2. Готов проводить статистическую обработку результатов экспериментальных исследований, их анализ, формулировать выводы и предложения</b>					
<p><b>ПК-2.1.</b> Применяет современные методики статистической обработки данных результатов экспериментальных исследований</p> <p><b>ПК-2.2.</b> Анализирует и обобщает данные экспериментальных исследований</p> <p><b>ПК-2.3.</b> Способен на основе анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований формулировать выводы и предложения</p>	<p>Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки</p> <p>При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки, не продемонстрированы базовые навыки</p>	<p>Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.</p> <p>Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.</p> <p>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными существенными недочетами, Продемонстрированы навыки при решении</p>	<p>Рефераты</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Тесты</p> <p>Вопросы и задания для проведения экзамена</p>

				нестандартных задач	
--	--	--	--	---------------------	--

### 7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО

Оценочные средства по компетенциям ОПК-3 ПК-2 для текущего контроля разработаны в соответствии с Пл КубГАУ 2.2.4 «Фонд оценочных средств».

#### Темы рефератов

1. Статистический анализ в экологии
2. Автоматизированная обработка экологической информации.
3. Базы данных дистрибутивной информации.
4. Ошибки в данных, их природа и устранение.
5. Обзор современных пакетов математической и статистической обработки данных.
6. Основные числовые характеристики случайной величины: математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент корреляции, линейная регрессия. Мода и медиана случайной величины.
7. Понятие интервального оценивания. Доверительная вероятность и предельная ошибка выборки.
8. Доверительный интервал. Схема построения доверительного интервала
9. Анализ первичных статистик. Оценка достоверности отличий.
10. Статистическая гипотеза и общая схема ее проверки

#### Задания для контрольной работы

1. Основные шкалы измерения признаков, используемых для целей математической статистики в экологии и природопользовании.
2. Характеристика номинальных переменных.
3. Для каких целей в статистике используют порядковые переменные?
4. Характеристика интервальных и относительных переменных. Их сходства и различия.
5. Что такое «генеральная совокупность»?
6. Привести примеры генеральной совокупности.
7. Дать определение понятию «выборка». Как формируется выборка для целей экологических исследований?
8. Для чего определяют репрезентативность выборки?
9. Перечислить основные способы обеспечения репрезентативности выборки.
10. Основные рекомендации по определению достаточной численности выборки.
11. Дать определение «зависимым» и «независимым» выборкам.
12. Какую роль при выборе статистических методов исследований играет нормальный закон распределения?
13. Какими параметрами характеризуется нормальный закон распределения?
14. Какой показатель является количественной оценкой надежности связи?
15. Какой уровень значимости чаще всего используется при статистической обработке данных экологических исследований?
16. Что влияет на уровень значимости?
17. Односторонние и двусторонние критерии проверки значимости.
18. Что включают в себя основные описательные статистики?
19. Дать определение понятию «мера центральной тенденции».
20. Перечислить основные способы определения центральной тенденции.

## Тесты

1. Применение в экологических исследованиях методов математической статистики определяется тем, что...
  - а) экосистемы являются стохастически-детерминированными системами
  - б) экосистемы являются динамическими системами
  - в) экосистемы являются саморегулирующимися системами
  
2. В большинстве случаев компьютерную обработку данных целесообразно начать с...
  - а) классификации данных
  - б) шкалирования данных
  - в) составления сводных таблиц
3. После создания входной электронной таблицы необходимо проверить...
  - а) формат таблицы
  - б) количество столбцов
  - в) количество строк
  - г) качество полученных данных
  
4. Объектом статистического наблюдения является ...
  - а) совокупность элементов, подлежащих обследованию
  - б) первичный элемент, от которого получают информацию
  - в) первичный элемент, признаки которого регистрируются
  - г) общественное явление, подлежащие обследованию
  
5. По полноте охвата единиц совокупности различают наблюдение...
  - а) сплошное и несплошное
  - б) периодическое
  - в) единовременное
  - г) текущее
  
6. Для характеристики номинальных данных наиболее часто используются...
  - а) пропорция и процентное отношение
  - б) абсолютные величины
  - в) логарифмы чисел
  
7. Порядковые шкалы соответствуют таким качественным переменным, для которых характерна ...
  - а) упорядоченность,
  - б) непрерывность
  - в) дискретность
  
8. Правильные значения, оценивающие показатель плотности популяции следующие...
  - а) кг/га
  - б) экз/м
  - в) экз/л
  - г) экз/кв.м
  - д) экз/куб.м
  
9. Ошибка при оценке плотности популяции должна составлять не более...
  - а) 5%
  - б) 10%
  - в) 20%

г) 30%

10. Правильные значения, оценивающие показатель обилия популяции следующие...

- а) %
- б) экз/час
- в) штук
- г) кг/кв.м

11. Гистограмма применяется для графического изображения...

- а) дискретных рядов распределения
- б) интервальных рядов распределения
- в) ряда накопленных частот
- г) прерывного ряда распределения

12. Основанием группировки может быть признак ...

- а) результирующий
- б) количественный
- в) качественный
- г) как качественный, так и количественный

### **Оценочные средства для промежуточного контроля**

**Компетенция: способность применять экологические методы исследований для решения научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности (ОПК-3)**

### **Вопросы к зачету**

1. Введение в статистический анализ в экологии. Цели, круг потенциально решаемых задач, примеры конкретных приложений, компьютерные программы.
2. Этапы технологического процесса автоматизированной обработки экологической информации.
3. Средства автоматизации обработки данных. Базы данных дистрибутивной информации.
4. Ошибки в данных, их природа и устранение.
5. Обзор современных пакетов математической и статистической обработки данных.
6. Использование некоторых пакетов для обработки экологической информации на ПК.
7. Основные принципы записи информации для электронных таблиц, статистических пакетов и баз данных
8. Правила составления сводных таблиц. Проверка данных.
9. Основные числовые характеристики случайной величины: математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент корреляции, линейная регрессия. Мода и медиана случайной величины.
10. Понятие интервального оценивания. Доверительная вероятность и предельная ошибка выборки.
11. Доверительный интервал. Схема построения доверительного интервала
12. Анализ первичных статистик. Оценка достоверности отличий.
13. Статистическая гипотеза и общая схема ее проверки
14. Представления о диаграммах рассеивания, ковариации, корреляции.
15. Основные статистические распределения и их оценка
16. Основы теории общей линейной модели, однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.
17. Общая программа факторного планирования эксперимента.

18. Зависимые и независимые случайные величины. Связь понятий независимости и некоррелированности случайных величин.
19. Теоретические понятия простой и множественной регрессии, линейной и нелинейной, корреляционной и ковариационной матрицы
20. Практические расчеты коэффициентов различных видов регрессии
21. Примеры динамических рядов и их характерные особенности.
22. Постановка задачи прогнозирования временных рядов. Расчет основных динамических показателей.
23. Исследование структуры ряда и построения его прогноза. Выявление скрытых периодичностей и функций прогнозирования.
24. Описание основных многомерных методов, их суть и задачи, решаемые с их помощью.
25. Примеры применения метода главных компонент, кластерного анализа, факторного анализа, дискриминантного анализа, канонического корреляционного анализа.
26. Анализ сезонных колебаний.
27. Аналитическое выравнивание.
28. Методы прогнозирования в статистике.
29. Показатели размера и интенсивности вариации.

### Практические задания для проведения зачета

#### Задание 1.

Используя данные по воздействию осадков сточных вод на параметры роста растений, рассчитать их основные статистические характеристики и построить диаграммы распределения каждого из параметров.

Таблица 1 – Биометрические показатели роста растений озимой пшеницы (г) при внесении в почву осадков сточных вод

№ п/п	Масса соломы	Масса колоса	Масса зерен	Масса шелухи	Масса 1000 зерен
1	13,99	20,36	11,23	9,13	31,19
2	12,95	24,41	17,76	6,65	39,82
3	10,81	19,57	13,82	5,75	37,86
4	5,81	9,52	6,74	2,78	36,24
5	3,68	5,56	4,53	1,03	45,30
6	3,94	5,82	4,06	1,76	34,12
7	3,35	5,71	4,58	1,13	39,48
8	3,05	4,04	3,2	0,84	40,51
9	2,07	2,66	2,08	0,58	34,67
10	2,04	3,3	2,66	0,64	40,92

#### Задание 2.

Экспортировать данные по содержанию подвижных форм кадмия в почве в программу Statistica. Подготовить данные к анализу (удалить лишние строчки, проверить ошибки и выбросы,), заполнить пустые значения средними. При этом построить необходимые графики, которые затем включить в отчет. Проверить данные на нормальный закон распределения (построить необходимые графики и гистограммы).

Таблица 2 – Содержание подвижных форм кадмия в почве

	Глубина отбора	Подвижная форма, мг/кг			
		Осень	Зима	Весна	Лето

Водораздел	0-20	0,09	0,07	0,10	0,10
	20-40	0,09	0,08	0,10	0,09
	40-60	0,07	0,07	0,07	0,10
	60-80	0,07	0,06	0,07	0,09
	80-100	0,07	0,06	0,08	0,09
	100-120	0,08	0,05	0,07	0,08
	120-140	0,07	0,05	0,08	0,09
	140-160	0,08	0,06	0,07	0,08
	160-180	0,07	0,06	0,05	0,08
	180-200	0,07	0,06	0,05	0,08
Склон	0-20	0,09	0,08	0,15	0,10
	20-40	0,08	0,06	0,10	0,10
	40-60	0,07	0,07	0,09	0,09
	60-80	0,06	0,06	0,10	0,09
	80-100	0,06	0,06	0,08	0,08
	100-120	0,06	0,05	0,08	0,09
	120-140	0,06	0,06	0,09	0,09
	140-160	0,06	0,06	0,08	0,09
	160-180	0,06	0,06	0,06	0,08
	180-200	0,06	0,05	0,06	0,08
Дно	0-20	0,08	0,11	0,10	0,10
	20-40	0,06	0,09	0,10	0,09
	40-60	0,07	0,08	0,08	0,10
	60-80	0,07	0,09	0,07	0,09
	80-100	0,07	0,07	0,08	0,09
	100-120	0,06	0,00	0,00	0,09
	120-140	0,08	0,00	0,00	0,09

### Задание 3.

Проверить данные на нормальный закон распределения. Построить необходимые графики и гистограммы.

Таблица 3 – Показатели почв агроландшафта при интенсивной обработке почвы

№ п/п	Органическое вещество, %	Микро-орг., *10 <sup>9</sup> экз./г	NO <sub>3</sub> , мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	Мезо-фауна, экз./10кг	Физ. глина, %
1	3,7	5,1	23,0	16,3	0,2	72,4
2	3,5	0,8	17,0	28,6	0,2	70,3
3	3,3	1,7	78,0	24,4	3,8	69,8
4	3,2	1,8	38,0	18,3	3,2	69,7
5	3,1	3,3	7,0	32,7	0,2	68,7
6	3,1	0,9	21,0	26,8	0,6	68,7
7	4,0	1,0	11,0	92,6	0,8	73,9
8	3,5	1,5	32,0	27,9	0,6	72,5
9	3,7	1,1	27,0	26,4	4,4	70,8
10	3,0	2,8	62,0	56,1	0,6	67,9
11	2,7	1,0	7,0	37,9	1,8	66,9
12	2,9	0,3	46,0	72,5	1,0	68,1
13	3,5	0,8	30,0	56,3	1,8	71,1

14	3,6	1,7	21,0	22,7	1,8	71,8
15	3,8	4,5	18,0	32,4	1,2	74,2

#### Задание 4.

По данным таблицы 3 сделать описательную статистику. Рассчитать следующие показатели: среднее, минимум, максимум, стандартная ошибка, доверительный интервал, коэффициент вариации. Обязательно указать единицы измерения. Результаты оформить в таблицу и перенести ее в WORD.

#### Задание 5.

По данным таблицы 3 с помощью t-критерия Стьюдента сравнить средние значения изучаемых характеристик. Выбрать подходящий непараметрический метод и сравнить выборки.

#### Задание 6.

По данным таблицы 3 с помощью методов параметрической статистики определить наиболее характерные изменения почвенного покрова в результате интенсивной обработки.

#### Задание 7.

Проверить гипотезу о равенстве средних длин стебля овса (мм) для различных вариантов опыта: 1-й вариант – внесение в почву куриного помета (2т/га), 2-ой вариант – внесение в почву куриного помета совместно с фосфогипсом (2т/га кур. пом. + 5 т/га).

Номер растения	Вариант 1	Вариант 2	Номер растения	Вариант 1	Вариант 2
1	29,5	28,5	16	30,5	28
2	30,5	29,5	17	30	28,5
3	29	28,5	18	26	27
4	27	26	19	26	29,5
5	28,5	32	20	26	29,5
6	26	32	21	28	31
7	32	29,5	22	27	27,5
8	30,5	30	23	29,5	28,5
9	29	31	24	30	26
10	29	29,5	25	33,5	32
11	29	29	26	27	28,5
12	29,5	30	27	24,5	29
13	30,5	26,5	28	29	30,5
14	28	24	29	30,5	28,5
15	32,5	33	30	32	31,5

#### Задание 8.

Проверить гипотезу о равенстве средних длин стебля овса (мм) для различных вариантов опыта: 1-й вариант – внесение в почву навоза КРС , 2-ой вариант – внесение в почву навоза КРС совместно с фосфогипсом.

Номер растения	Вариант 1	Вариант 2	Номер растения	Вариант 1	Вариант 2
1	30,5	31	16	30,5	26
2	29	29,5	17	30	32



3	29	29	18	26	28,5
4	29	30	19	26	29
5	29,5	26,5	20	26	30,5
6	30,5	24	21	28	28,5
7	28	33	22	27	31,5
8	32,5	28,5	23	29,5	28
9	29,5	29,5	24	30	28,5
10	30,5	28,5	25	33,5	27
11	29	26	26	27	29,5
12	27	32	27	24,5	29,5
13	28,5	32	28	29	31
14	26	29,5	29	30,5	27,5
15	32	30	30	32	28,5

**Задание 9.**

Проверить гипотезу о равенстве средних длин стебля овса (мм) для различных вариантов опыта: 1-й вариант – внесение в почву осадков сточных вод, 2-ой вариант – внесение в почву осадков сточных вод совместно с фосфогипсом.

Номер растения	Вариант 1	Вариант 2	Номер растения	Вариант 1	Вариант 2
1	27,5	24,5	16	29	28
2	30,5	29,5	17	30	28,5
3	29	28,5	18	26	27
4	27	26	19	26	29,5
5	28,5	32	20	26	29,5
6	26	32	21	28	31
7	29	31	22	27	27,5
8	30,5	30	23	31	28,5
9	29	31	24	30	26
10	29	29,5	25	33,5	32
11	29	29	26	27	28,5
12	29,5	30	27	24,5	29
13	30,5	26,5	28	29	30,5
14	28	24	29	30,5	28,5

**Задание 10.**

Проверить гипотезу о равенстве средних длин стебля овса (мм) для различных вариантов опыта: 1-й вариант – внесение в почву шелухи подсолнечника, 2-ой вариант – внесение в почву шелухи подсолнечника совместно с фосфогипсом.

Номер растения	Вариант 1	Вариант 2	Номер растения	Вариант 1	Вариант 2
1	27,5	24,5	16	29	28
2	30,5	29,5	17	30	28,5
3	29	28,5	18	26	27
4	27	26	19	26	29,5
5	28,5	32	20	26	29,5
6	26	32	21	28	31
7	29	31	22	27	27,5
8	30,5	30	23	31	28,5

9	29	31	24	30	26
10	29	29,5	25	33,5	32

### Задание 11.

Проверить гипотезу о равенстве средних длин стебля овса (мм) для различных вариантов опыта: 1-й вариант – контроль, 2-ой вариант – дефекаг.

Номер растения	Вариант 1	Вариант 2	Номер растения	Вариант 1	Вариант 2
1	27	24	16	29	28
2	31,5	28,5	17	30	28,5
3	29	28,5	18	26	27
4	27	26	19	26	29,5
5	28,5	32	20	26	29,5
6	26	32	21	28	31
7	29	31	22	27	27,5
8	30,5	30	23	31	28,5
9	29	31	24	30	26
10	32,5	33	30	32	31,5

### Задание 12.

Проверить гипотезу о равенстве средних длин стебля овса (мм) для различных вариантов опыта: 1-й вариант – контроль, 2-ой вариант – органические удобрения.

Номер растения	Вариант 1	Вариант 2	Номер растения	Вариант 1	Вариант 2
1	29	29,5	25	33,5	32
2	29	29	26	27	28,5
3	29,5	30	27	24,5	29
4	30,5	26,5	28	29	30,5
5	28	24	29	30,5	28,5
6	30,5	32	30	31	31,5
7	29	29	26	27	28,5
8	29,5	30	27	24,5	29
9	30,5	26,5	28	29	30,5
10	28	24	29	30,5	28,5

**Компетенция: готовность проводить статистическую обработку результатов экспериментальных исследований, их анализ, формулировать выводы и предложения (ПК-2)**

#### Вопросы к зачету

1. Определение необходимой численности (объема) выборки.
2. Понятие о рядах динамики, их виды и правила построения.
3. Аналитические показатели динамического ряда, способы их расчета и взаимосвязь.
4. Средние показатели динамического ряда и методы их расчета.
5. Понятие тенденции ряда динамики и основные методы ее выявления (укрупнение интервалов, способ скользящей средней).
6. Аналитическое выравнивание уровней ряда динамики. Уравнение тренда.

7. Понятие об интерполяции и экстраполяции.
8. Описание основных многомерных методов, их суть и задачи, решаемые с их помощью.
9. Средняя гармоническая и другие виды средних.
10. Обусловленность выбора средней характером исходной информации.
11. Мода и медиана, их смысл и значение в социально-экономических исследованиях, способы вычисления.
12. Дисперсия альтернативного признака.
13. Сущность выборочного наблюдения и его теоретические основы.
14. Показатели и формы распределения
15. Нормальное распределение и его свойства
16. Сущность, значение и категории выборочного наблюдения.
17. Виды и способы отбора.
18. Ошибки выборочного наблюдения
19. Определение объема выборки.
20. Понятие корреляционно-регрессионного анализа в статистике.
11. Система эколого-экономического мониторинга. Виды и уровни эколого-экономического мониторинга.
22. Деятельность международных организаций в сфере экологической статистики.
23. Методология сбора и обработки данных о состоянии окружающей среды Евростата.
24. Методология сбора и обработки данных о состоянии окружающей среды Американской статистической ассоциации.
25. Методология сбора и анализа данных о состоянии окружающей среды комитета по совместной статистической системе АСЕАН.
26. Совместная деятельность отдела статистики ООН и комиссии ООН по вопросам устойчивого развития.
27. Международное общество экологической экономики (ISEE) и Российское общество экологической экономики (РОЭЭ).
28. Экологическая статистика в России.
29. Законодательство в области статистического учета экологической информации.
30. Методы государственного регулирования природоохранной деятельности. Основные статистические показатели природоохранной деятельности.
31. Показатели загрязнения воздуха и разрушения озонового слоя.
32. Показатели изменения климата.
33. Показатели состояния водных ресурсов.
34. Показатели состояния земельных ресурсов и почвы.
35. Показатели биоразнообразия.
36. Приведите пример наблюдаемой периодической зависимости из экологии или почвоведения?
37. Как выбор модели зависит от масштаба исследования?
38. Какие пространственные уровни неоднородности приняты в экологии?
39. В чем заключается систематический пробоотбор?
40. Что такое кригинг?
41. Равно ли среднее, используемое в кригинге, просто среднему из всех значений в точках, где был пробоотбор? Почему?
42. В чем особенности обычного кригинга по сравнению с другими методами интерполяции?
43. Как происходит интерполяция методом обычного кригинга?
44. Что понимается под термином вероятностное картирование?
45. Как используются методы геостатистики при стохастическом (вероятностном) моделировании?

46. Статистические методы как основа доказательной экологии. Уровень доказательности результатов научных исследований.
47. Свойства среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ). Ошибки выборочных показателей.
48. Сплошной и выборочный методы исследования, достоинства и недостатки.
49. Методы анализа динамики явления, динамический ряд.
50. Показатели динамического ряда, их вычисление и применение.

### Практические задания для проведения зачета

#### Задание 1.

На территории скверов изучалось состояние крон хвойных пород деревьев. С этой целью было проведено измерение протяженности и диаметра кроны у разновозрастных елей.

Диаметр кроны, м: 1,1; 3,1; 1,6; 2,1; 4,6; 3,7; 5,6; 6,3; 4,0; 4,1; 3,6; 5,6; 6,1; 6,0; 4,4; 4,6; 1,0; 1,2; 1,6; 2,1; 2,3.

Протяженность кроны, м: 7,0; 10,5; 7,2; 7,0; 9,5; 13,0; 10,0; 7,5; 7,4; 9,4; 12,8; 12,0; 12,1; 8,1; 8,0; 6,0; 6,0; 6,2; 7,2; 7,3.

Возраст дерева, лет: 21, 37, 35, 36, 42, 46, 44, 41, 45, 45, 46, 43, 44, 44, 42, 42, 21, 22, 35, 35, 35.

Для имеющихся данных напишите уравнение зависимости диаметра кроны от ее протяженности и возраста дерева, предполагая, что связь носит линейный характер. Сколько процентов вариации зависимой переменной объясняют независимые переменные, включенные в модель? Чему будет равен диаметр кроны при ее протяженности 10 м и возрасте дерева 100 лет?

#### Задание 2.

Для исследования возможности применения в городском озеленении одного из видов камнеломок изучалась успешность роста данного вида в зависимости от различных характеристик субстрата. В качестве показателя успешности роста использовалась величина проективного покрытия растения на 15 опытных участках.

Проективное покрытие камнеломки, %: 20, 30, 10, 90, 50, 60, 20, 30, 50, 60, 50, 20, 10, 60, 80.

Влажность субстрата, %: 50, 20, 30, 5, 6, 6, 35, 20, 6, 4, 4, 18, 30, 6, 4.

Твердость субстрата, кг/см<sup>2</sup>: 10,6; 10,3; 10,8; 10,1; 11,2; 12,2; 10,7; 13,9; 14,2; 10,1; 11,1; 13,8; 11,9; 14,1; 11,2.

Воздухопроницаемость субстрата, %: 10, 20, 30, 80, 40, 40, 10, 20, 50, 45, 35, 15, 10, 50, 70.

По итогам регрессионного анализа выявите наличие зависимости проективного покрытия камнеломки от характеристик субстрата. Напишите уравнение регрессии.

Сколько процентов вариации зависимой переменной объясняют независимые переменные, включенные в модель?

Чему будет равно проективное покрытие камнеломки при значении воздухопроницаемости субстрата 95?

#### Задание 3.

На территории лесопарка на учетной площади проводилось измерение диаметров стволов подроста вяза гладкого.

Диаметр стволов вяза, см: 1,4; 1,1; 0,8; 1,7; 0,9; 2,0; 1,8; 0,9; 0,5; 1,4; 1,1; 1,8; 0,8; 1,1; 2,7; 2,5; 1,2; 1,0; 1,2; 2,0; 1,6; 2,6; 2,4; 0,9; 1,6; 1,9; 2,0; 2,1; 2,6; 2,8; 1,9; 2,0; 1,6; 1,6; 1,2; 4,2; 1,9; 2,1; 1,8; 3,2; 2,1; 2,1; 2,2; 0,8; 1,1; 2,7; 2,5; 1,2; 1,0; 1,2; 1,9; 2,1; 1,8; 3,2; 1,5; 4,2; 2,3; 1,5; 2,4; 3,2; 1,1; 2,7; 2,5; 1,2; 1,0; 1,2; 1,1; 2,7; 2,5; 1,2; 1,0; 1,2; 4,2; 1,9; 2,1; 1,8; 3,2; 2,1; 2,1; 2,2; 0,8; 1,1; 2,7; 2,5; 1,2; 4,2; 1,9;

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

С помощью процедуры "Описательная статистика" вычислите следующие показатели: объем выборки, среднюю арифметическую, стандартное отклонение, верхний и нижний квартили, медиану.

Чему равен коэффициент вариации изучаемого признака?

#### Задание 4.

На территории парка, расположенного в черте города, проведено измерение высоты подроста вяза шершавого с целью выяснения характера возобновления основной древесной породы.

Высота вяза шершавого, м: 3,3; 3,7; 4,7; 6,4; 6,4; 4,4; 4,3; 2,3; 2,2; 4,4; 5,1; 1,4; 1,8; 1,5; 3,4; 2,1; 3,2; 3,2; 2,7; 2,9; 2,5; 1,8; 1,8; 5,0; 2,2; 2,7; 2,2; 1,4; 3,5; 2,5; 3,5; 2,7; 5,0; 4,5; 2,1; 2,8; 3,2; 3,6; 1,4; 1,9; 2,0; 2,1; 4,0; 2,5; 3,4; 3,8; 2,8; 1,3; 1,5; 1,5; 1,6; 1,8; 1,5; 3,4; 2,1; 3,2; 5,0; 4,5; 2,1; 2,8; 2,2; 2,7; 2,2; 1,8; 1,5; 3,4; 2,1; 3,2; 3,2; 2,7; 5,0; 2,2; 2,7; 2,2; 1,4; 3,5; 1,8; 1,5; 3,4; 2,1; 3,2; 5,0; 4,5; 2,1; 2,8; 2,2; 2,7; 2,2; 1,8; 1,5; 3,4; 2,1; 3,2; 5,0; 4,5; 2,1; 2,8; 2,2; 2,7; 2,2; 1,8; 1,5; 3,4; 1,8; 1,5; 3,4; 2,1; 3,2; 5,0; 4,5; 2,1; 2,8; 2,2; 2,7; 2,2; 1,8; 1,5; 1,4; 1,9; 2,0; 2,1; 4,0; 2,5; 3,4; 3,8; 2,8; 1,3; 1,4; 1,9; 2,0; 2,1; 4,0; 2,5; 3,4; 3,8; 2,8; 1,3; 3,4.

С помощью процедуры "Описательная статистика" вычислите следующие показатели: среднюю арифметическую, ошибку средней, медиану, асимметрию, размах.

Чему равен коэффициент вариации изучаемого признака?

#### Задание 5.

На территории лесопарка, постоянно испытывающего значительные рекреационные нагрузки, проводилось измерение высоты побегов бересклета бородавчатого.

Высота, м: 1,1; 0,8; 1,7; 0,9; 2,0; 1,8; 0,9; 0,5; 0,3; 0,9; 0,5; 0,5; 0,6; 0,4; 0,3; 0,5; 0,6; 0,6; 0,4; 0,7; 1,1; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,6; 0,6; 0,5; 0,4; 0,6; 0,6; 0,4; 0,5; 0,6; 0,2; 0,9; 1,1; 0,9; 0,8; 0,5; 0,4; 0,6; 0,5; 0,3; 0,3; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,8; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,6; 0,6; 0,5; 0,4; 0,6; 0,8; 0,7; 0,6; 0,6; 0,6; 0,5; 0,4; 0,6; 0,6; 0,6; 0,4; 0,7; 1,1; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,6; 0,6; 0,5; 0,4; 0,6; 0,6; 0,4; 0,6; 0,6; 0,4; 0,7; 1,1; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,6; 0,6; 0,5; 0,4; 0,6; 0,6; 0,4; 0,6; 0,6; 0,4; 0,7; 1,1; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,6; 0,6; 0,5; 0,4; 0,6; 0,6; 0,6; 0,4; 0,6; 0,6; 0,4; 0,7; 1,1; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,6; 0,6; 0,5; 0,4; 0,6; 0,6; 0,6; 0,4; 0,6; 0,6; 0,4; 0,7; 1,1; 0,9; 0,8; 0,5; 0,4; 0,6; 0,5; 0,3; 0,3; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,8; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,6; 0,6; 0,5; 0,4; 0,6; 0,8; 0,7; 0,6; 0,6; 0,6; 0,5; 0,4; 0,6; 0,6; 0,4; 0,7; 1,1; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,6; 0,6.

При помощи "Описательной статистики" вычислите следующие показатели: объем выборки, среднюю арифметическую, ошибку средней, размах, медиану, эксцесс.

Чему равен коэффициент вариации признака?

#### Вариант 6.

Имеются данные по проективному покрытию травостоя на территории лесопарка.

Проективное покрытие, %: 50, 40, 50, 60, 60, 50, 40, 50, 40, 40, 30, 30, 60, 70, 70, 60, 70, 50, 40, 40, 60, 60, 60, 50, 30, 30, 40, 50, 70, 70, 60, 60, 60, 70, 50, 60,

40, 50, 10, 30, 70, 40, 60, 40, 30, 20, 40, 70, 50, 40, 40, 60, 60, 60, 50, 30, 30, 40, 50, 70, 70, 60, 60, 60, 70, 50, 60, 70, 40, 60, 40, 30, 20, 40, 70, 50, 40, 40, 60, 60, 60, 50, 30, 30, 40, 50, 70, 40, 60, 40, 30, 20, 40, 70, 50, 40, 40, 60, 60, 60, 50, 30, 30, 40, 50, 70, 40, 60, 40, 30, 20, 40, 70, 50, 40, 40, 60, 60, 60, 50, 30, 30, 40, 50, 70, 40, 60, 40.

При помощи "Описательной статистики" вычислите следующие показатели: объем выборки, среднюю арифметическую, ошибку средней, стандартное отклонение, 95-% доверительный интервал, размах. Чему равен коэффициент вариации признака?

**Задание 7.** Проверить гипотезу о равенстве среднего содержания свинца в листьях одуванчика (мг/кг) на придорожной территории до и после введения в эксплуатацию новой дорожной полосы.

Содержание свинца в листьях одуванчика (мг/кг) на придорожной территории до и после введение в эксплуатацию новой дорожной полосы

Номер участка	До строительства дорожной полосы	После строительства дорожной полосы
1	9,47	9,49
2	2,62	4,8
3	3,49	6,12
4	8,09	9,82
5	9,38	9,8
6	2,54	4,18
7	7,77	17,05
8	2,55	8,12
9	5,24	13,02
10	11,4	12,1
11	2,44	3,76
12	2,39	5,41
13	13,01	18,1
14	3,12	16,2
15	5,91	12,94
16	9,63	13,59
17	4,97	19,9
18	11,49	12,17
19	3,98	6,4
20	1,39	9,16
21	4,14	5,96
22	0,92	3,72
23	3,56	3,74
24	1,27	3,51
25	1,84	4,61

**Задание 8.** В таблице представлены данные по содержанию подвижных форм марганца, меди и цинка в пахотном слое почвы при различных вариантах агротехнологии. Методом однофакторного дисперсионного анализа выявить, влияет ли способ обработки на содержание тяжелых металлов в пахотном слое.

Данные по содержанию подвижных форм тяжелых металлов (Mn, Cu, Zn) в пахотном слое почвы при различных вариантах агротехнологии

Варианты	Способы обработки								
	Марганец (Mn)			Медь (Cu)			Цинк (Zn)		
	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>
000	13,5	17,5	15,4	0,9S	0,71	0,69	0,99	1,06	1,21
111	28,0	15,8	15,1	1,42	0,79	1,45	1,63	1,05	1,06
222	18,6	18,6	12,5	1,34	0,88	1,32	1,24	0,76	0,76
333	26,1	25,8	21,6	2,0	1,18	1,4	1,33	1,57	1,3
Среднее	21,6	19,4	16,2	1,44	0,89	1,22	1,30	1,2	1,08

**Задание 9.** На территории лесного массива, находящегося в зоне постоянного рекреационного использования, проводилось изучение местообитаний редких видов растений. В ходе исследований было выявлено 15 участков обитания рябчика русского и в их пределах проведено описание фитоценологических параметров. Необходимо было установить, насколько толерантен данный вид растений к изменению структурных особенностей лесных фитоценозов.

Проанализировав результаты факторного анализа ответьте на вопрос: однородны ли по структуре участки, на которых может существовать этот вид?

Количественные значения фитоценологических параметров на участках обитания рябчика русского

№ участка	Высота древостоя, м	Сомкнутость крон древостоя, %	Высота подроста, м	Высота подлеска, м	Покров травостоя, %	Число видов травостоя	Покров подлеска, %
1	16,6	72	3,36	1,81	86,7	7	35
2	9,7	60	3,72	1,33	60	3	30
3	7,2	60	4,77	1,31	59	4	20
4	6,1	79	6,42	1	52,4	3	20
5	6,1	79	6,42	1	52,4	3	30
6	11,9	91,3	4,39	1	23,5	6	30
7	6,1	91,3	4,4	1	52,5	6	20
8	6,1	54,2	4,31	1,1	52,2	6	25
9	11,9	54,2	2,27	1,1	23,5	2	25
10	11,9	87,9	2,27	1,1	23,5	2	40
11	10,7	87,9	4,43	1,56	78,4	3	20
12	17,3	60,5	5,09	2,17	97,2	8	30
13	13,1	28,2	1,48	1,46	62,3	4	20
14	5,6	60,5	1,8	1	19,6	2	30
15	13	94,2	1,48	1,47	62,3	4	40

**Задание 10.** В подзоне опустыненных степей проводилось изучение структуры местообитаний разных видов жаворонков. В ходе исследований было выявлено 15 участков обитания полевого жаворонка. На этих участках, расположенных в пределах разных по видовому составу растительных сообществ, проведено измерение ряда фитоценологических параметров.

Проанализировав результаты факторного анализа, ответьте на вопрос: выбирает ли этот вид для гнездования структурно однородные участки или они характеризуются значительным варьированием структурных характеристик фитоценозов?

Значения фитоценологических параметров на участках обитания полевого жаворонка

№ участка	Гориз. неоднородность	Высота доминанта, см	Высота травостоя, см	Коэфф. вариации высоты травостоя	Густота травостоя, экз./10 см <sup>2</sup>	Проективное покрытие травостоя, %	Проективное покрытие доминанта, %
1	2,73	1	6	29,3	2	50	20
2	1,44	3	37,5	23,2	11,8	47	65
3	2,72	1,78	18,7	88,2	8,1	100	40
4	2,5	1,46	13,2	81,1	3,4	61	80
5	2,5	1,46	13,2	81,1	3,5	60	60
6	1,68	3,39	32,2	32,9	10,9	45,8	70
7	2,31	1,17	10,6	85,9	1,9	58	30
8	3,75	1,29	10,8	99,1	1,6	56	20
9	3,61	1,89	23,5	71,5	7,5	96	30
10	3,61	1,89	23,5	71,5	7,5	96	30
11	1,97	2,62	39,5	30,5	7,7	60	70
12	2,47	1,9	31,3	54,7	4,5	80	40
13	2,46	2,42	23,4	72,2	7,6	98	30
14	1,05	2,47	22,3	57,4	7,6	30	30
15	1,79	2,25	31,1	54,3	5,8	59	60

**Задание 11.** В байрачных дубравах проводилось изучение разнообразия видового состава травяного яруса. Было установлено, что на 15 лесных участках доминантом травостоя является мятлик дубравный. С целью выявления толерантности данного вида растений к изменению структурной сложности дубрав были проведены фитоценологические измерения участков его обитания.

Проанализировав результаты факторного анализа, ответьте на вопрос: может ли этот вид существовать на участках с достаточно широкой амплитудой изменения структурных характеристик фитоценозов?

Количественные значения фитоценологических параметров на участках обитания мятлика дубравного

№ площадки	Густота древостоя, экз./га	Высота древостоя, м	Сомкнутость крон, %	Густота подроста, экз./га	Высота подроста, м	Густота подлеска, экз./га	Проективное покрытие доминанта, %
1	625	16,5	64	900	1,76	0	20
2	533	16,8	47	1155	2,3	1422	65
3	600	16,8	35	1850	1,6	0	40
4	311	15,8	49	1200	1,7	0	80
5	355	19,76	57	666	2,3	0	60
6	900	10,3	70	1700	2,6	0	70
7	833	14	48	933	3,05	0	30
8	428	17,1	32	619	2,5	238	20
9	666	18	55	1288	2,3	366	30
10	519	16,4	46	1418	2,1	620	30
11	933	16,5	82	800	3	0	70
12	675	16,2	24	1100	1,9	0	40



13	845	17	39	434	3	0	30
14	640	15,6	37	220	3,1	0	30
15	448	17,9	46	288	3,2	0	60

**Задание 12.** На территории Приволжской возвышенности проводилось изучение местообитаний различных видов птиц. В ходе этих исследований было выявлено 15 участков обитания обыкновенной овсянки, расположенных в разных по структурной сложности растительных сообществах.

Проанализировав результаты факторного анализа, ответьте на вопрос: насколько толерантна обыкновенная овсянка по отношению к выделенным факторам?

Количественные значения фитоценологических параметров на участках обитания обыкновенной овсянки

№ участка	Диаметр стволов кустарников, см	Высота кустарников, м	Диаметр стволов деревьев, см	Сомкнутость крон, %	Число видов травостоя	Общее покрытие травостоя, %	Покровительство доминанта, %
1	1,45	2,05	36,6	36,2	5,9	29	55
2	3,53	1	3,3	45,4	5,8	76,1	40
3	2,73	1	6	29,3	2	50	20
4	1,44	3	37,5	23,2	11,8	47	65
5	2,72	1,78	18,7	88,2	8,1	100	40
6	2,5	1,46	13,2	81,1	3,4	61	80
7	2,5	1,46	13,2	81,1	3,5	60	60
8	1,68	3,39	32,2	32,9	10,9	45,8	70
9	2,31	1,17	10,6	85,9	1,9	58	30
10	3,75	1,29	10,8	99,1	1,6	56	20
11	3,61	1,89	23,5	71,5	7,5	96	30
12	3,61	1,89	23,5	71,5	7,5	96	30
13	1,97	2,62	39,5	30,5	7,7	60	70
14	2,47	1,9	31,3	54,7	4,5	80	40
15	2,46	2,42	23,4	72,2	7,6	98	30

**Задание 13.** Известны удельные показатели выбросов вредных веществ в атмосферу от объектов энергетики в городах Краснодарского края, кг/т.

Найти парные коэффициенты корреляции между  $z$  и  $x$ ;  $z$  и  $y$ ,  $x$  и  $y$ . Сделать выводы. Построить регрессионную модель зависимости  $z$  от  $x$  и  $y$ .

Данные по выбросам вредных веществ в атмосферу в г. Краснодаре

№ п/п	Пыль неорганическая ( $z$ )	SO <sub>2</sub> ( $x$ )	NO <sub>3</sub> ( $y$ )
1	20,4	16,8	4,7
2	13,9	9,4	8,0
3	29,3	10,2	5,3
4	26,3	4,4	2,6
5	5,0	5,7	1,6
6	109,2	24,4	4,1
7	23,8	13,1	1,6
8	18,2	11,4	4,3
9	12,2	4,6	0,8
10	8,2	12,9	3,9

11	21,5	12,5	4,6
12	25,2	4,3	2,5
13	41,2	11,1	1,7
14	9,5	14,3	1,7
15	17,9	5,6	3,2

**Задание 14.** Определите, имеется ли взаимосвязь между рождаемостью и смертностью (количество на 1000 человек) в г. Краснодаре.

Данные по смертности и рождаемости в г. Краснодаре (количество на 1000 человек)

Годы	Рождаемость	Смертность
2001	9,3	12,5
2002	7,4	13,5
2003	6,6	17,4
2004	7,1	17,2
2005	7,0	15,9
2006	6,6	14,2
2007	7,1	16
2008	8,2	13,4

**Задание 15.** При помощи электронных таблиц построить график изменения заготовок шкурок зайца-беляка последовательно за 30 лет (объем заготовок в баллах). Баллы : 2, 1, 2, 3, 3, 4, 5, 15, 30, 80, 100, 60, 55, 0, 1, 1, 1, 2, 8, 90, 100, 100, 130, 10, 2, 1, 2, 2, 1, 2. Сколько лет длится один цикл в динамике численности зайца?

**Задание 16.** Постройте модель роста популяции с ежегодным приростом 6 %, а начальная численность 200 экз. Через сколько лет численность удвоится?

**Задание 17.** Постройте модель роста популяции, если  $R = 1,5$ ;  $K = 10000$ ;  $N_0 = 300$ . Через сколько лет численность стабилизируется?

**Задание 6.** Известно, что каждую минуту на земле рождается 240 человек, а умирает 120. В настоящее время население земного шара равно 6,5 млрд. человек. Емкость среды нашей планеты по оценкам ряда ученых (при прогрессивном и грамотном ведении хозяйства) приблизительно равно 20 млрд. человек. Используя модель Ферхюльста, попытайтесь спрогнозировать, через сколько лет должен прекратиться рост населения, и каким оно будет.

#### 7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура оценивания знаний, умений, навыков, характеризующие этапы формирования компетенций проводится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся».

**7.4.1. Критерии оценки реферата:** новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

Оценка «**отлично**» – выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка **«хорошо»** – основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка **«удовлетворительно»** – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка **«неудовлетворительно»** – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

#### **7.4.2 Критерии оценки контрольной работы**

Оценка **«отлично»** – выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка **«хорошо»** – выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка **«удовлетворительно»** – выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными понятиями выносимых на контрольную работу тем, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка **«неудовлетворительно»** – выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

#### **7.4.3 Критерии оценивания тестового задания**

Оценка **«отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85 % тестовых заданий.

Оценка **«хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 70 % тестовых заданий.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 51 %.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

#### **7.4.4 Критерии оценивания зачета:**

**Оценки «зачтено» и «незачтено»** выставляются по дисциплинам, формой заключительного контроля которых является зачет. При этом оценка «зачтено» должна соответствовать параметрам любой из положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), а «незачтено» — параметрам оценки «неудовлетворительно».

**Оценка «отлично»** выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, про-

явившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

**Оценка «хорошо»** выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных учебной программой, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах на экзамене или выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями под руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении практических работ.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по специальности по окончании университета без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Контроль освоения дисциплины и оценка знаний обучающихся на экзамене (зачете) производится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся».

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная учебная литература:**

1. Статистические методы в экологии и природопользовании: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Ю. Ю. Никифорова. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 88 с. – Режим доступа: <https://kubsau.ru/education/chairs/eco-common/publications/>

2. Попок Л. Б. Основы компьютерных технологий в экологии и природопользовании: практ. пособие для магистров [Электронный ресурс] / Л.Б. Попок, Л.Е. Попок. – Краснодар, 2012. – 53 с. – Режим доступа: <https://kubsau.ru/education/chairs/eco-common/publications/>

3. Попок Л. Б. Компьютерный анализ данных в экологии и природопользовании : практическое пособие для магистров [Электронный ресурс] / Попок Л. Б. – Краснодар, 2013. – 62 с. – Режим доступа: <https://kubsau.ru/education/chairs/eco-common/publications/>

4. Белюченко И. С. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании : учебное пособие [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Л. Б. Попок, Л. Е. Попок – Краснодар, 2015. – 265 с. Режим доступа: [https://edu.kubsau.ru/file.php/104/Analiz\\_dannykh\\_i\\_matematicheskoe\\_modelirovanie\\_v\\_ekologii\\_i\\_prirodopolzovanii.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/104/Analiz_dannykh_i_matematicheskoe_modelirovanie_v_ekologii_i_prirodopolzovanii.pdf)

## Дополнительная учебная литература

1. Шилова З. В. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие [Электронный ресурс] / З. В. Шилова, О. И. Шилов. – Саратов : Ай Пи Ар Букс, 2015. – 158 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33863.html>
2. Горелов В. И. Анализ статистических данных : практикум [Электронный ресурс] / В. И. Горелов, Т. Н. Ледащева. – М.: Российская международная академия туризма, Университетская книга, 2015. – 120 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70537.html>
3. Крамер Г. Математические методы статистики [Электронный ресурс] / Крамер Г. – Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2003. – 648 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17632.html>.

## 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### Перечень ЭБС:

№	Наименование ресурса	Тематика
1	IPRbooks	Универсальная
2	Образовательный портал КубГАУ	Универсальная

### Перечень Интернет сайтов:

1. <http://edu.ru> – федеральный портал «Российское образование»
2. <http://window.edu.ru> – информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
3. <http://ej.kubagro.ru> – политематический сетевой электронный научный журнал

## 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Статистические методы в экологии и природопользовании: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Ю. Ю. Никифорова. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 88 с. – Режим доступа: <https://kubsau.ru/education/chairs/eco-common/publications/>

## 11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

### 11.1 Перечень лицензионного ПО

№	Наименование	Краткое описание
1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint)	Пакет офисных приложений
3	Система тестирования INDIGO	Тестирование

### 11.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика
1	Научная электронная библиотека eLibrary	Универсальная

11.3 Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

## 12. Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине

Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Статистические методы в экологии и природопользовании	Помещение №635 ГУК, посадочных мест — 30; площадь — 70,7м <sup>2</sup> ; учебная аудитория для проведения учебных занятий. доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office; специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13
2	Статистические методы в экологии и природопользовании	Помещение №608 ГУК, посадочных мест — 30; площадь — 36,3м <sup>2</sup> ; учебная аудитория для проведения учебных занятий. технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office; специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13
3	Статистические методы в экологии и природопользовании	Помещение №633 ГУК, посадочных мест — 84; площадь — 70,7м <sup>2</sup> ; учебная аудитория для проведения учебных занятий.. лабораторное оборудование	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13

		(плеер — 1 шт.); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудо- вания и учебно-наглядных посо- бий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office; специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).	
--	--	--	--