


Минобрнауки России  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕ-  
ЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИ-  
ТЕТ» (ФГБОУ ВО «ВГУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
Экологии и земельных ресурсов

  
Девятова Т.А.  
28.04.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.21 Современные методы обработки данных в почвенных исследованиях

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

06.03.02 Почвоведение

**2. Профиль подготовки/специализация:**

Управление земельными ресурсами

**3. Квалификация (степень) выпускника:**

Бакалавриат

**4. Форма обучения:**

Очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

Кафедра экологии и земельных ресурсов

**6. Составители программы:**

Кандидат биологических наук, доцент Стахурлова Лариса Дмитриевна

**7. Рекомендована:**

НМС медико-биологического факультета, Протокол № 2 от 21.03.2022 г.

**8. Учебный год:**

2023-2024 Семестры: 3

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель дисциплины: ознакомить обучающихся с основными понятиями и методами математического анализа полевого и лабораторного экспериментального материала и оценки их достоверности, а также сформировать способность применять методы математической обработки данных в своей профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- Ознакомить обучающихся с основными понятиями и методами математической статистики, применяемые для обработки экспериментальных данных в почвенных исследованиях.
- Ознакомить обучающихся с методами математического моделирования почвенных процессов.
- Научить обучающихся выбирать методы и способы математической обработки данных для проверки гипотез и обработки экспериментальных данных почвенных исследований.
- Научить обучающихся выражать и оценивать результаты статистической обработки экспериментальных данных.
- Выработать у обучающихся практический навык использования современных математических методов обработки экспериментальных данных лабораторных и полевых исследований почв.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Блок 1. Дисциплины (модули), обязательная часть

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

| Код и название компетенции  | Код и название индикатора компетенции  | Знания, умения, навыки   |
|---|--|--|
| ОПК-6 Способен осуществлять в профессиональной деятельности анализ экспериментальных данных, выявлять имеющиеся связи | ОПК-6.3 Обладает способностью использовать информационные средства на уровне пользователя для решения задач в области почвоведения, охраны и ра- | <b>Знать:</b> основные понятия и методы математической статистики, применяемые для обработки экспериментальных данных в почвенных исследованиях; методы математического моделирования почвенных процессов. |

|                  |   |  |
|------------------|---|--|
| и закономерности | ционального использования почв. Владеет математическими методами оценивания и проверки гипотез, обработки экспериментальных данных. | <b>Уметь:</b> выбирать методы и способы математической обработки данных для проверки гипотез и обработки экспериментальных данных почвенных исследований; выражать и оценивать результаты статистической обработки экспериментальных данных.<br><b>Владеть:</b> практическими навыками использования современных математических методов обработки экспериментальных данных лабораторных и полевых исследований почв. |
|------------------|---|--|

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

3/108

## Форма промежуточной аттестации:

Зачет с оценкой

## 13. Трудоемкость по видам учебной работы

| Вид учебной работы       | Семестр 3 | Всего |
|--------------------------|-----------|-------|
| Аудиторные занятия       | 72        | 72    |
| Лекционные занятия       | 36        | 36    |
| Практические занятия     | 36        | 36    |
| Лабораторные занятия     |           | 0     |
| Самостоятельная работа   | 36        | 36    |
| Курсовая работа          |           |       |
| Промежуточная аттестация |           |       |
| Часы на контроль         |           |       |
| Всего                    | 108       | 108   |

### 13.1 Содержание дисциплины

| п/п                       | Наименование раздела дисциплины  | Содержание раздела дисциплины   | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК  |
|---------------------------|--|---|---|
| <b>Лекционные занятия</b> |  |   |   |
| 1                         | Роль статистики в современном почвоведении. Предварительные сведения о признаках, событиях и величинах | Разнообразие значений признака. Причины варьирования. Совокупность и выборка. Группировка данных. Составление вариационных рядов. Графическое представление распределений Гистограмма. Полигон распределения.   | Размещен на платформе «Электронный университет» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138</a> |
| 2                         | Основные характеристики вариационного ряда.  | Статистические характеристики. Типы изменчивости признака и его средние величины. Средняя арифметическая. Центральное отклонение. Квантиль. Мода. Медиана. Лимиты. Размах варьирования. Дисперсия и стандартное отклонение. Сравнение средних арифметических и расчет коэффициентов вариации. | Размещен на платформе «Электронный университет» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138</a> |
| 3                         | Анализ распределения.  | Эмпирические и теоретические вероятности. Закономерности нормального рас-   | Размещен на платформе «Электронный университет»   |

|                             |  |   |  |
|-----------------------------|--|---|--|
|                             |  | пределения. Вероятность и достоверность. Ассиметрия и эксцесс. Распределение Стьюдента и его использование. Распределение Фишера. Вычисление теоретически ожидаемого распределения на основании эмпирического.  | <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138</a>  |
| 4                           | Оценка параметров генеральной совокупности.                | Проверка статистических гипотез. Ошибки средних характеристик, их определение и значение. Понятие о нулевой гипотезе. Статистические методы сравнения характеристик вариационного ряда. Доверительные интервалы.  | Размещен на платформе «Электронный университет»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138</a> |
| 5                           | Дисперсионный анализ.                                      | Принцип дисперсионного метода. Оценка степени влияния изучаемого фактора. Оценка существенности различий между средними. Дисперсионный анализ однофакторного опыта. Общая схема при различии по одному фактору. Дисперсионный анализ многофакторного опыта. Общая схема при различии по двум факторам.          | Размещен на платформе «Электронный университет»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138</a> |
| 6                           | Измерение связи. Понятие о корреляции и регрессии.         | Понятие о корреляционных связях. Вычисление и оценка коэффициента корреляции. Коэффициент детерминации. Ошибка коэффициента корреляции. Понятие о регрессионном анализе. Вычисление и оценка коэффициента регрессии и уравнение регрессии. Ошибка коэффициента регрессии. Связь между регрессией и корреляцией. | Размещен на платформе «Электронный университет»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138</a> |
| <b>Практические занятия</b> |  |   |  |
| 1                           | Предварительные сведения о признаках, событиях и величинах | Составление вариационных рядов. Графическое представление распределений Гистограмма. Полигон распределения. Решение задач.  | Размещен на платформе «Электронный университет»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138</a> |
| 2                           | Основные характеристики вариационного ряда.                | Сравнение средних арифметических и расчет коэффициентов вариации. Решение задач.  | Размещен на платформе «Электронный университет»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138</a> |
| 3                           | Анализ распределения.                                      | Распределение Стьюдента и его использование. Распределение Фишера. Вычисление теоретически ожидаемого распределения на основании эмпирического. Решение задач.  | Размещен на платформе «Электронный университет»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138</a> |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | Оценка параметров генеральной совокупности.        | Проверка статистических гипотез. Ошибки средних характеристик, их определение и значение. Понятие о нулевой гипотезе. Статистические методы сравнения характеристик вариационного ряда. Доверительные интервалы. Решение задач. | Размещен на платформе «Электронный университет»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138</a> |
| 5 | Дисперсионный анализ.                              | Дисперсионный анализ однофакторного опыта. Общая схема при различии по одному фактору. Дисперсионный анализ многофакторного опыта. Общая схема при различии по двум факторам. Решение задач.                                    | Размещен на платформе «Электронный университет»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138</a> |
| 6 | Измерение связи. Понятие о корреляции и регрессии. | Вычисление и оценка коэффициента регрессии и уравнение регрессии. Ошибка коэффициента регрессии. Связь между регрессией и корреляцией. Решение задач.   | Размещен на платформе «Электронный университет»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138</a> |

### 13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела)  | Лекционные занятия | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа | Всего |
|-------|--|--------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-------|
| 1     | Роль статистики в современном почвоведении. Предварительные сведения о признаках, событиях и величинах | 6                  | 4                    |                      | 6                      | 16    |
| 2     | Основные характеристики вариационного ряда.  | 6                  | 4                    |                      | 6                      | 16    |
| 3     | Анализ распределения.  | 6                  | 6                    |                      | 6                      | 18    |
| 4     | Оценка параметров генеральной совокупности.  | 6                  | 6                    |                      | 6                      | 18    |
| 5     | Дисперсионный анализ.  | 6                  | 8                    |                      | 6                      | 20    |
| 6     | Измерение связи. Понятие о корреляции и регрессии.   | 6                  | 8                    |                      | 6                      | 20    |
| Итого |  | 36                 | 36                   |                      | 36                     | 108   |

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины и формирования компетенций у обучающихся рекомендуется использовать конспекты лекций, основную и дополнительную учебную. Для достижения индикаторов компетенций предусмотрено выполнение практических заданий. Для самостоятельной работы студентов предусмотрено изучение научной и научно-популярной литературы, решение задач с использованием компьютерных программ. Для контроля усвоения основных разделов дисциплины предусмотрены практические задания. Для текущей аттестации предусмотрены две контрольные работы, для итоговой – контрольно-измерительные материалы.

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

а) основная литература:

| № п/п | Источник  |
|-------|---|
| 1     | Годин А.М. Статистика / А.М. Годин. — 11-е изд., перераб. и испр. — М.: Дашков и Ко, 2014. — 412 с. — ISBN 978-5-394-02183-1. — <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=253808">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=253808</a> > |

|   |   |
|---|---|
| 2 | Балдин К.В. Теория вероятностей и математическая статистика / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, А.В. Рукосуев — 2-е изд. — М.: Дашков и Ко, 2014 .— 473 с. — ISBN 978-5-394-02108-4 .— <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253787> |
| 3 | Салин В.Н. Статистика / В.Н. Салин, Э.Ю. Чурилова, Е.П. Шпаковская — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: КноРус, 2014 .— 292 с.— ISBN 978-5-406-03081-3.— <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=252201>                            |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник   |
|-------|--|
| 4     | Боровиков В.П. STATISTICA:искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов /В.П. Боровиков – СПб.: 2001 – 656 с. |
| 5     | Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении / Е.А. Дмитриев – М.: МГУ. 2008 – 320 с.                            |
| 6     | Доспехов Б.А. Методика полевого опыта /Б.А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985 – 351 с.                                    |
| 7     | Лакин Г.Ф. Биометрия /:Г.Ф. Лакин – М.: Высшая школа. 1990 – 352 с.  |
| 8     | Плохинский Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский – М.: МГУ. 1970 – 367 с.   |
| 9     | Халафян А.А. Статистический анализ данных /А.А. Халафян – Краснодар: Куб.ГУ, 2005 – 307 с.                                 |

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

| № п/п | Ресурс  |
|-------|---|
| 1.    | Зональная научная библиотека ВГУ <a href="https://lib.vsu.ru/">https://lib.vsu.ru/</a>  |
| 2.    | Электронный университет <a href="https://edu.vsu.ru/">https://edu.vsu.ru/</a>   |
| 3.    | Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online"<br><a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>                              |
| 4.    | Научная электронная библиотека <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>  |
| 5.    | Электронный курс на платформе «Электронный университет» – <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138</a> |

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

| № п/п | Источник   |
|-------|--|
| 1     | Методы статистической обработки данных в почвоведении (с практическими задачами): Уч.-методическое пособие / Л.Д. Стахурлова, А.И. Громовик. Воронежский государственный университет. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2019. – 59 с. |

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):** При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на платформе «Электронный университет» <https://edu.vsu.ru/>.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

### **Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:**

Специализированная мебель; переносной проектор DLP BenQ MP523 и мобильный экран; ноутбук ASUS V6800V с возможностью подключения к сети «Интернет».

WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc, Office Standard 2019 Single OLV NL Each Aca-demic Edition Additional Product, браузер Google Chrome

### **Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:**

Специализированная мебель; компьютеры фирмы HP Процессор Intel(R) Pentium(R) Gold G5400 CP4, 3.70 GHz, ОЗУ 4 ГБ, HD 500 ГБ.

WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc, Office Standard 2019 Single OLV NL Each Aca-demic Edition Additional Product, браузер Google Chrome

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

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

| № п/п | Разделы дисциплины(модули)                                 | Код компетенции | Код индикатора | Оценочные средства для текущей аттестации            |
|-------|--|-----------------|----------------|--|
| 1     | Предварительные сведения о признаках, событиях и величинах | ОПК-6           | ОПК-6.3        | Решение задач, тема 1, уч.-метод. пособия стр. 8-10. |

|  |  |       |         |  |
|--|--|-------|---------|--|
| 2  | Основные характеристики вариационного ряда.        | ОПК-6 | ОПК-6.3 | Решение задач, тема 2<br>уч.-метод. пособия стр. 17-20   |
| 3  | Анализ распределения.                              | ОПК-6 | ОПК-6.3 | Решение задач, тема 2, 3<br>уч.-метод. пособия стр. 16,28.<br>Контрольная работа, тема 1,<br>вариант 1-4 |
| 4  | Оценка параметров генеральной совокупности.        | ОПК-6 | ОПК-6.3 | Решение задач, тема 3<br>уч.-метод. пособия стр. 20,<br>24, задачи стр.24-28                             |
| 5  | Дисперсионный анализ.                              | ОПК-6 | ОПК-6.3 | Решение задач, тема 4<br>уч.-метод. пособия стр. 35-40.<br>Контрольная работа, тема 2,<br>вариант 1,2    |
| 6  | Измерение связи. Понятие о корреляции и регрессии. | ОПК-6 | ОПК-6.3 | Решение задач, тема 5<br>уч.-метод. пособия стр. 43-48.<br>Контрольная работа, тема 3                    |
| Промежуточная аттестация<br>Форма контроля – зачет с оценкой |  |       |         | Перечень вопросов к зачету с оценкой   |

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

**20.1 Текущий контроль успеваемости** осуществляется с помощью следующих оценочных средств: контрольные работы, практические задачи.

Все практические задания размещены на платформе «Электронный университет» в курсе <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4138>

Практические задания выполняются обучающимися на практических занятиях и в рамках самостоятельной работы. Для выполнения практических занятий преподаватель разъясняет суть и цели задания. Выдаются необходимые методические материалы (учебные пособия), которые обучающиеся могут скачать на программной платформе LMS Moodle (портал <https://edu.vsu.ru>) через личный кабинет в соответствующем разделе электронного курса.

Практическое задание оформляется в письменном виде и сдается преподавателю на проверку.

### **Критерии оценки практических заданий следующие:**

«Отлично» - задание выполнено в полном объеме в соответствии с предъявляемыми к нему требованиями. Выполненное задание соответствует повышенному уровню сформированности индикаторов компетенций.

«Хорошо» - задание выполнено в соответствии с предъявляемыми к нему требованиями. Недостаточно продемонстрировано владение методами анализа обработки полученных данных. Или допущено несколько неточностей при выполнении задания. Выполненное задание соответствует базовому уровню сформированности индикаторов компетенций.

«Удовлетворительно» - практическое задание выполнено в соответствии с предъявляемыми к нему требованиями, однако при выполнении допущены существенные ошибки. Нет объяснения полученным результатам. Выполненное задание соответствует пороговому уровню сформированности индикаторов компетенций.

«Неудовлетворительно» - практическое задание не выполнено обучающимся, либо выполнено с существенными грубыми ошибками. Индикаторы компетенций не достигнуты.

**Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:**

### **Комплект заданий для контрольной работы:**

**Тема 1: Группировка данных. Средняя величина признака. Проверка статистических гипотез**

#### **Вариант 1**

#### **Задание 1**

Рассчитать средние характеристики для данных не сгруппированных в вариационный ряд. Найти доверительные интервалы генеральной средней для 5 % и 1 % уровня значимости.

Задача. По результатам обследования чернозема обыкновенного обнаружена следующая численность иммобилизаторов азота млн КОЕ/г

10,0 12,5 10,0 15,3 12,5 16,0 11,5 10,8 15,2 10,8 13,3 14,1 15,0 12,8 11,3

#### **Задание 2**

Сгруппируйте распределение частот. Постройте гистограмму и полигон частот.

Задача. Содержание фосфора (мг/100 г) по результатам обследования черноземов типичных составило:

14,3 16,5 15,0 17,5 13,0 14,3 15,1 13,7 17,1 14,5 12,8 13,3 14,2 14,5 16,3 15,5 17,0

18,3 15,1 15,6 14,8 16,2 17,4 15,8 14,9 16,5 13,0 18,0 17,6 15,8 14,9 12,8 15,3 16,1

### Вариант 2

#### Задание 1

Рассчитать средние характеристики для данных не сгруппированных в вариационный ряд. Найти доверительные интервалы генеральной средней для 5 % и 1 % уровня значимости.

Задача. В гумусовом горизонте дерново-подзолистой почвы содержание  $\text{SiO}_2$  (%) составило:

72,5 69,3 71,2 71,5 70,5 66,5 70,8 68,3 70,5 72,0 69,5 68,3 72,5 69,0 70,5

#### Задание 2

Сгруппируйте распределение частот. Постройте гистограмму и полигон частот.

Проанализировано 40 образцов пахотного слоя чернозема выщелоченного. pH водной суспензии составил:

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

### Вариант 3

#### Задание 1

Рассчитать средние характеристики для данных не сгруппированных в вариационный ряд. Найти доверительные интервалы генеральной средней для 5 % и 1 % уровня значимости.

Задача Определение гидролитической кислотности (моль(+)/100 г) в серой лесной почве дало следующие результаты:

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

#### Задание 2

Оценить существенность разности выборочных средних по t критерию

Задача. В почве 2-х вариантов определяли содержание гумуса (%). Оценить существенность различий.

|      |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1вар | 6,2 | 6,1 | 6,0 | 5,8 | 5,8 | 6,0 | 6,1 | 6,2 |
| 2вар | 5,9 | 6,0 | 6,1 | 6,3 | 6,0 | 5,6 | 5,8 | 6,0 |

### Вариант 4

#### Задание 1

Рассчитать средние характеристики для данных не сгруппированных в вариационный ряд. Найти доверительные интервалы генеральной средней для 5 % и 1 % уровня значимости.

Задача. Урожайность сахарной свеклы ( ц/га ) на разных участках фермерского хозяйства составила:

230 265 245 260 253 238 241 253 251 236 243 255 239 242 249 261 254 234

#### Задание 2

Оценить существенность разности выборочных средних по t критерию

Задача. В почве 2-х вариантов определяли содержание нитратного азота (мг/кг). Оценить существенность различий.

|      |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1вар | 4,6 | 4,3 | 4,8 | 4,5 | 5,8 | 6,0 | 6,1 | 5,9 |
| 2вар | 4,5 | 4,5 | 4,6 | 4,6 | 5,0 | 5,6 | 5,8 | 6,2 |

## Тема 2: Дисперсионный анализ.

### Вариант 1

#### Задание 1

Задача. Исследовали влияние местоположения разреза на содержание гумуса в дерново-подзолистой почве. Оценить полученные результаты методом дисперсионного анализа

| № разреза | Содержание гумуса, X % |      |      |      |
|-----------|------------------------|------|------|------|
|           | 1                      | 3,05 | 3,19 | 3,27 |
| 2         | 3,30                   | 3,21 | 3,09 | 3,44 |

|   |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|
| 3 | 3,01 | 3,17 | 3,26 | 3,08 |
| 4 | 3,42 | 3,29 | 3,36 | 3,21 |
| 5 | 2,99 | 2,87 | 3,11 | 3,15 |

### Вариант 2

#### Задание 1

**Задача.** Провести дисперсионный анализ результатов полевого опыта с овсом в котором изучали действие различных доз аммиачной селитры на урожай зерна. Если нулевая гипотеза отвергается, оценить достоверность различий на 5 % уровне значимости.

Урожай овса, ц/га

| Варианты                                 | Повторности |      |      |      |
|--|-------------|------|------|------|
| Контроль                                 | 17,3        | 17,9 | 17,1 | 17,3 |
| 30 кг/га NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> | 20,5        | 21,0 | 19,8 | 20,3 |
| 60 кг/га NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> | 26,9        | 23,3 | 24,0 | 25,5 |

### Тема 3: Корреляционный и регрессионный анализ

#### Вариант 1

#### Задание 1

**Задача.** Провести корреляционный и регрессионный анализ данных 10 пар наблюдений между содержанием гумуса, % (X) и обменными основаниями, моль (экв) / 100 г в пахотном слое чернозема типичного

|   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| X | 6,1  | 6,7  | 5,8  | 5,6  | 5,8  | 6,1  | 5,6  | 5,8  | 5,6  | 6,0  |
| Y | 40,2 | 40,7 | 36,8 | 36,1 | 37,0 | 40,5 | 35,0 | 36,0 | 36,0 | 38,0 |

#### Вариант 2

#### Задание 1

**Задача.** Провести корреляционный и регрессионный анализ данных 12 пар наблюдений за содержанием гумуса, % (X) и содержанием подвижного фосфора мг/100 г почвы (Y).

|   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| X | 9,1  | 6,7  | 5,4  | 5,8  | 5,8  | 6,1  | 5,4  | 5,6  | 5,7  | 6,0  |
| Y | 15,5 | 13,9 | 13,2 | 12,6 | 13,9 | 13,5 | 12,5 | 11,7 | 14,2 | 13,0 |

### Комплект задач (заданий)

#### Тема 1. Графическое представление распределений

**Сгруппируйте распределение частот. Постройте гистограмму и полигон частот.**

**Задача 1.** Проанализировано 40 образцов пахотного слоя чернозема выщелоченного на содержание гумуса. Были получены следующие результаты:

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

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

**Задача 2.** При определении гидролитической кислотности (моль(+)/100 г почвы) в верхних горизонтах серых лесных почв были получены следующие данные:

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

**Задача 3.** При определении объемной массы (г/см<sup>3</sup>) пахотного горизонта типичного чернозема получены данные:

0,85 0,99 0,98 1,25 1,06 1,11 1,05 1,05 1,05 1,20 1,01 1,32 1,30 1,09 1,27 1,09 1,27 1,02 1,00 1,21 0,98 1,08 1,15 1,01 0,99 1,12 1,08 1,10 1,03 1,17

**Задача 4.** Определение гигроскопической влажности (%) пахотных горизонтов серой - лесной почвы различного гранулометрического состава дало следующие показатели:

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

**Задача 5.** Урожай ячменя (ц /га) составил:

24,7 25,3 24,8 25,2 24,8 18,7 24,1 32,8 31,2 40,2 20,3 20,8 23,9 28,3 38,4 31,0 19,8 39,8 25,0 21,8 25,4 25,4 34,0 20,8 20,2 30,0 15,8 25,3 24,3 30,3



Задача 6. Содержание фосфора (мг/100 г) по результатам обследования серой лесной почвы составило:

8,5 11,5 11,6 14,5 11,3 12,5 9,8 8,6 12,0 10,9 10,2 10,8 9,6 14,3 8,9 14,3 11,4 8,4 8,9 12,4 8,4 10,5 11,1 9,4 12,1 10,9 11,9 12,0 8,2

Задача 7. На разных участках чернозема выщелоченного в слое 0-20 см проводили подсчет микроорганизмов. Были получены следующие результаты:

(млн КОЕ / г почвы):

10,0 10,8 9,5 11,3 12,5 11,0 13,0 10,3 13,0 12,0 9,3 12,4 13,5 12,2 14,5 8,9 9,3 10,2 14,0 11,8 14,3 15,0 12,7 14,2 15,3 14,7 14,3 15,2 12,7 13,7 9,6 11,8

Задача 8. Содержание калия (мг/100 г) по результатам обследования черноземов типичных составило:

12,3 16,5 13,0 17,5 12,0 14,3 15,1 13,7 17,1 12,5 12,8 13,3 14,2 14,5 16,3 15,5 17,0 13,3 15,1 15,6 14,8 16,2 17,4 15,8 14,9 16,5 12,0 18,0 17,6 15,8 14,9 12,8 15,3 16,1

Задача 9. На разных участках чернозема выщелоченного в слое 0-20 см исследовали продуцирование углекислоты почвой. Были получены следующие результаты, (мл CO<sub>2</sub> / мин.):

11,8 10,2 14,9 10,7 10,0 12,3 6,1 18,0 8,7 8,8 11,1 12,0 15,0 9,5 7,1 18,8 17,9 25,0 18,6 8,8 15,4 12,0 18,3 17,8 8,4 20,5 21,0 10,0 7,1 12,2

Задача 10. Проанализировано 30 образцов пахотного слоя чернозема типичного на содержание нитратов. Были получены следующие результаты: (мг/кг почвы):

19,9 22,1 36,0 14,4 15,5 33,5 26,7 24,4 24,6 32,4 22,1 7,7 16,3 31,5 42,0 16,2 20,7 46,0 20,5 21,1 27,1 16,8 46,4 16,1 19,1 7,9 16,3 23,0 28,3 15,8

## Тема 2. Средняя величина признака

**Рассчитать средние характеристики для данных не сгруппированных в вариационный ряд. Найти доверительные интервалы генеральной средней для 5% и 1 % уровня значимости.**

Задача 1. В почве пашни, по результатам 15 измерений обнаружено следующее содержание фосфора, мг/100 г

10,4 13,2 13,5 14,3 14,8 14,9 16,0 16,3 17,5 17,7 18,5 19,0 19,6 20,1 20,3

Задача 2 В почве пашни по результатам 12 измерений обнаружено следующее содержание калия, мг/ 100 г

15,3 16,6 18,3 18,5 18,6 18,8 20,0 20,6 21,0 22,4 24,5 24,8

Задача 3 Получены значения pH для чернозема типичного:

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 4 Линия вскипания (см) в южных черноземах по результатам обследования зафиксирована на следующих глубинах:

40 30 39 38 37 39 38 50 38 52 36 41 56 54 41 25 35 42 35 35

Задача 5 Урожайность озимой пшеницы (ц/га) на разных полях совхоза составила:

13,8 15,4 16,0 16,2 16,2 16,4 15,6 13,7 13,9 13,3 15,0 15,0 15,0 15,2 12,7 14,5 16,8 14,8 14,3 15,0

Задача 6 Процент гумуса в слое 0 - 20 см чернозема типичного составил:

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

Задача 7 Содержание иона хлора (ммоль-экв/л) в грунтовой воде составило:

1,29 1,28 1,30 1,33 1,35 1,25 1,37 1,28 1,34 1,29 1,40 1,37 1,45 1,43 1,40 1,35 1,30 1,38 1,30 1,31

Задача 8 Сумма обменных катионов (моль(+)/100 г) в слое 0 – 20 см чернозема типичного по результатам картографического обследования составила:

38,4 37,0 38,8 39,5 39,0 40,1 40,0 41,0 40,2 39,5 39,0 40,0 37,5 40,0 39,2 37,7 38,5 39,0 38,5 39,2

Задача 9 Содержание обменного натрия (моль(+)/100 г) в каштановых почвах составило:

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

Задача 10 В почвах пашни по результатам 15 измерений обнаружено следующее содержание калия (мг/100 г):

13,0 14,5 14,0 13,5 15,0 15,0 13,5 14,0 15,0 15,5 13,5 14,3 14,5 13,4 14,8

## Тема 3. Статистические методы проверки гипотез

**Оценить существенность разности выборочных средних по t критерию.**

**Задача 1.** В черноземе типичном в гумусовых горизонтах определяли величину pH. Оценить существенность различий pH

|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A  | 6,1 | 5,6 | 6,3 | 5,8 | 6,5 | 6,2 | 6,1 | 5,8 | 5,3 | 5,5 |
| AB | 6,5 | 6,5 | 6,3 | 6,3 | 5,9 | 5,8 | 6,6 | 6,3 | 6,6 | 6,3 |

**Задача 2.** В почве разных участков определяли содержание общего азота (%). Оценить существенность различий

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1уч. | 0,32 | 0,29 | 0,35 | 0,31 | 0,28 | 0,29 | 0,30 | 0,33 | 0,31 | 0,33 |
| 2уч. | 0,35 | 0,42 | 0,38 | 0,39 | 0,41 | 0,38 | 0,36 | 0,43 | 0,36 | 0,37 |

**Задача 3.** В почве 2-х вариантов определяли содержание обменных оснований (ммоль(экв)/100 г). Оценить существенность различий.

|       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1вар. | 32,3 | 29,5 | 35,0 | 31,8 | 28,8 | 29,3 | 30,1 | 33,2 | 31,4 | 33,3 |
| 2вар  | 35,9 | 42,0 | 38,3 | 39,5 | 41,0 | 38,6 | 36,8 | 43,2 | 36,6 | 37,5 |

**Задача 4.** В почве 2-х вариантов определяли содержание гумуса (%). Оценить существенность различий.

|      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1вар | 6,3 | 6,5 | 6,0 | 5,8 | 5,8 | 6,3 | 6,1 | 6,2 | 6,4 | 6,3 |
| 2вар | 5,9 | 6,0 | 6,3 | 6,5 | 6,0 | 5,6 | 5,8 | 6,2 | 5,6 | 5,5 |

**Задача 5.** В почве 2-х вариантов определяли содержание фосфора (мг/кг). Оценить существенность различий.

|       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1вар. | 16,6 | 16,5 | 16,2 | 15,7 | 15,8 | 16,3 | 16,1 | 16,8 | 16,1 | 16,3 |
| 2вар  | 15,9 | 15,0 | 16,3 | 16,6 | 15,0 | 15,6 | 15,8 | 16,2 | 15,6 | 15,5 |

**Задача 6.** На 2-х участках чернозема выщелоченного выращивали картофель. В почву 1-го участка вносили органические удобрения. Оценить существенность различий.

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1уч. | 62,3 | 65,5 | 63,8 | 62,5 | 65,0 | 68,2 | 63,3 | 64,5 | 66,0 | 63,3 |
| 2уч. | 58,6 | 55,3 | 59,0 | 60,0 | 57,4 | 56,8 | 57,0 | 55,9 | 58,2 | 59,0 |

**Задача 7.** В образцах дерново-подзолистой почвы определяли содержание гумуса объемным методом (1) и спектрофотометрическим (2). Оценить существенность различий.

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1м. | 2,74 | 2,69 | 2,68 | 2,73 | 2,68 | 2,65 | 2,71 | 2,69 | 2,74 | 2,71 |
| 2м. | 2,68 | 2,70 | 2,70 | 2,71 | 2,70 | 2,74 | 2,72 | 2,58 | 2,65 | 2,60 |

**Задача 8.** В образцах серой-лесной почвы определяли содержание калия (мг/кг) двумя методами: пламенно-фотометрическим (1) и с помощью ион-селективного электрода (2). Оценить достоверность различий.

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1м. | 12,7 | 12,0 | 12,6 | 12,7 | 12,3 | 13,0 | 12,4 | 13,2 | 12,2 | 13,5 |
| 2м. | 11,6 | 12,5 | 11,7 | 12,0 | 10,7 | 12,5 | 11,4 | 12,0 | 12,6 | 10,6 |

### Оценить разности средних сопряженных (коррелированных) выборок

**Задача 1.** При разных способах использования азотных удобрений содержание нитратов в огурцах (мг/кг) в пяти пунктах выращивания на соседних участках составило: 77,0 80,5 75,5 78,0 74,5 (разбросной способ) и 62,5 70,0 72,0 68,8 65,6 (локальный способ). Существенны ли различия по содержанию нитратов в плодах при 5 % и 1 % уровне значимости?

**Задача 2.** На соседних участках в четырех пунктах наблюдений выращивали сахарную свеклу разных сортов. Существенны ли сортовые различия по сахаристости корнеплодов при 5 % и 1 % уровне значимости? Сорт А 20,1 19,5 21,3 18,6. Сорт Б 19,8 18,8 19,9 18,4.

**Задача 3.** В образцах дерново-подзолистой почвы до и после высушивания определяли содержание подвижного фосфора (мг/кг). Оценить существенность средней разности при 5 % и 1 % уровне значимости?

|              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| До высуш.    | 13,5 | 12,8 | 14,0 | 13,5 | 13,8 | 13,3 | 12,9 | 14,1 | 12,7 | 12,6 |
| После высуш. | 13,3 | 12,7 | 12,9 | 13,4 | 13,2 | 13,0 | 12,8 | 13,6 | 13,5 | 14,0 |

**Задача 4.** В образцах целинной и окультуренной дерново-подзолистой почвы определяли содержание гумуса (%). Оценить существенность средней разности при 5 % и 1 % уровне значимости?

|        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Целина | 3,5 | 3,8 | 4,0 | 3,7 | 3,8 | 3,6 | 4,2 | 4,1 | 3,7 |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Пашня | 3,3 | 2,7 | 2,9 | 3,4 | 3,2 | 3,0 | 2,8 | 3,6 | 3,5 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

**Задача 5.** В черноземе типичном в пахотном и подпахотном горизонтах определяли сумму поглощенных оснований (ммоль(экв)/100 г). Существенны ли различия результатов при 5 % и 1 % уровне значимости?

|    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ар | 36,5 | 37,8 | 37,0 | 36,7 | 36,8 | 37,6 | 37,2 | 37,1 | 37,4 |
| А  | 36,3 | 37,7 | 36,9 | 36,4 | 37,2 | 37,0 | 36,8 | 36,6 | 37,5 |

**Задача 6.** На соседних участках в шести пунктах наблюдений выращивали озимую пшеницу 2-х разных сортов. Существенны ли сортовые различия по содержанию белка при 5 % и 1 % уровне значимости? Сорт 1: 18,1 17,5 18,3 17,6.

Сорт 2: 17,5 17,0 17,9 17,4.

#### Тема 4. Дисперсионный анализ

**Задача 1.** Провести дисперсионный анализ результатов полевого опыта в котором изучали действие удобрений на содержание гумуса (%) в черноземе. Оценить достоверность различий на 5 % и 1 % уровнях значимости.

Содержание гумуса, %

| Варианты                        | Повторности |      |      |      |
|---------------------------------|-------------|------|------|------|
|                                 | Залежь      | 6,74 | 6,68 | 6,79 |
| Контроль                        | 5,43        | 5,44 | 5,42 | 5,40 |
| НПК по 60 кг/га                 | 5,80        | 5,74 | 5,86 | 5,79 |
| НПК по 60 кг/га +50 т/га навоза | 6,12        | 6,08 | 6,15 | 6,20 |
| Навоз 50 т/га                   | 5,82        | 5,86 | 5,90 | 5,85 |

**Задача 2.** Провести дисперсионный анализ результатов полевого опыта в котором изучали действие удобрений на скорость разложения клетчатки (%) в черноземе типичном. Оценить достоверность различий на 5 % и 1 % уровнях значимости.

Скорость разложения клетчатки, %

| Варианты                        | Повторности |      |      |      |
|---------------------------------|-------------|------|------|------|
|                                 | Залежь      | 42,7 | 42,8 | 45,9 |
| Контроль                        | 28,3        | 27,4 | 27,8 | 29,5 |
| НПК по 60 кг/га                 | 28,6        | 29,5 | 32,4 | 30,5 |
| НПК по 60 кг/га +50 т/га навоза | 29,7        | 26,1 | 29,3 | 30,0 |
| Навоз 50 т/га                   | 35,0        | 36,8 | 35,2 | 34,0 |

**Задача 3.** Провести дисперсионный анализ результатов полевого опыта в котором изучали действие удобрений на гидролитическую кислотность (Нг, ммоль -экв/100 г почвы) чернозема. Оценить достоверность различий.

Гидролитическая кислотность, ммоль-экв/100 г почвы

| Варианты                        | Повторности |      |      |      |
|---------------------------------|-------------|------|------|------|
|                                 | Залежь      | 2,25 | 2,68 | 2,47 |
| Контроль                        | 2,31        | 2,42 | 2,37 | 2,34 |
| НПК по 60 кг/га                 | 2,25        | 1,98 | 2,12 | 2,18 |
| НПК по 60 кг/га +50 т/га навоза | 2,38        | 2,40 | 2,41 | 2,29 |
| Навоз 50 т/га                   | 2,06        | 1,96 | 2,25 | 2,08 |

**Задача 4.** Провести дисперсионный анализ результатов вегетационного опыта с овсом в котором изучали действие различных доз аммиачной селитры на урожай зерна. Если нулевая гипотеза отвергается, оценить достоверность различий на 5 % уровне значимости.

Урожай овса, в г на сосуд

| Варианты                              | Повторности |      |      |      |
|---------------------------------------|-------------|------|------|------|
|                                       | Контроль    | 7,3  | 7,9  | 7,1  |
| 1 г NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>   | 10,5        | 10,0 | 10,8 | 10,3 |
| 2 г NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>   | 12,9        | 13,3 | 13,0 | 13,5 |
| 3,5 г NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> | 18,0        | 18,6 | 19,1 | 18,4 |
| 5 г NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>   | 22,7        | 23,1 | 23,4 | 22,9 |

**Задача 5.** Провести дисперсионный анализ результатов полевого опыта в котором изучали действие различных доз удобрений на урожайность кормовой свеклы. Если нулевая гипотеза отвергается, оценить достоверность различий на 5 % уровне значимости.

Урожай корнеплодов, ц/га

| Варианты                        | Повторности |     |     |     |
|---------------------------------|-------------|-----|-----|-----|
|                                 | Контроль    | 110 | 108 | 115 |
| NPK по 40 кг/га                 | 129         | 131 | 129 | 134 |
| NPK по 60 кг/га                 | 138         | 141 | 143 | 145 |
| NPK по 90 кг/га                 | 153         | 158 | 156 | 161 |
| NPK по 40 кг/га +25 т/га навоза | 145         | 143 | 148 | 144 |

**Задача 6.** Провести дисперсионный анализ результатов полевого опыта в котором изучали действие различных доз удобрений на урожайность сахарной свеклы. Если нулевая гипотеза отвергается, оценить достоверность различий на 5 % уровне значимости.

Урожай корнеплодов, ц/га

| Варианты                        | Повторности |     |     |     |
|---------------------------------|-------------|-----|-----|-----|
|                                 | Контроль    | 140 | 138 | 135 |
| NPK по 45 кг/га                 | 149         | 151 | 149 | 154 |
| NPK по 60 кг/га                 | 158         | 161 | 163 | 165 |
| NPK по 90 кг/га                 | 173         | 168 | 166 | 171 |
| NPK по 190 кг/га                | 174         | 169 | 173 | 170 |
| NPK по 45 кг/га +25 т/га навоза | 165         | 163 | 166 | 164 |

**Задача 7.** Провести дисперсионный анализ результатов полевого опыта в котором изучали действие различных доз удобрений на сахаристость сахарной свеклы. Если нулевая гипотеза отвергается, оценить достоверность различий на 5 % уровне значимости.

Содержание сахара в корнеплодах, %

| Варианты                        | Повторности |      |      |      |
|---------------------------------|-------------|------|------|------|
|                                 | Контроль    | 16,0 | 16,2 | 16,1 |
| NPK по 45 кг/га                 | 16,8        | 17,1 | 17,4 | 17,6 |
| NPK по 60 кг/га                 | 16,7        | 17,0 | 17,3 | 17,5 |
| NPK по 90 кг/га                 | 17,9        | 18,0 | 18,3 | 18,3 |
| NPK по 190 кг/га                | 18,1        | 18,4 | 18,5 | 17,9 |
| NPK по 45 кг/га +25 т/га навоза | 16,8        | 17,2 | 17,6 | 17,6 |

**Задача 8.** Провести дисперсионный анализ результатов полевого опыта в котором изучали действие различных доз удобрений на содержание крахмала в картофеле. Если нулевая гипотеза отвергается, оценить достоверность различий на 5 % уровне значимости.

Содержание крахмала в картофеле, %

| Варианты | Повторности |      |      |      |
|----------|-------------|------|------|------|
|          | Контроль    | 30,0 | 30,4 | 30,7 |

|                                 |      |      |      |      |
|---------------------------------|------|------|------|------|
| НПК по 45 кг/га                 | 32,5 | 32,8 | 33,2 | 33,7 |
| НПК по 90 кг/га                 | 33,8 | 35,0 | 34,6 | 35,2 |
| НПК по 120 кг/га                | 36,9 | 37,2 | 37,4 | 37,0 |
| НПК по 45 кг/га +25 т/га навоза | 37,0 | 36,8 | 37,1 | 37,3 |
| НПК по 60 кг/га +25 т/га навоза | 38,0 | 38,2 | 37,9 | 38,3 |

**Задача 9.** Провести дисперсионный анализ результатов полевого опыта в котором изучали действие различных доз удобрений на содержание крахмала в зерне риса. Если нулевая гипотеза отвергается, оценить достоверность различий на 5 % уровне значимости.

Содержание крахмала в зерне риса, %

| Варианты                        | Повторности |      |      |      |
|---------------------------------|-------------|------|------|------|
| Контроль                        | 45,0        | 45,8 | 45,3 | 46,1 |
| НПК по 45 кг/га                 | 46,4        | 46,7 | 48,0 | 46,7 |
| НПК по 90 кг/га                 | 46,9        | 47,5 | 47,8 | 47,8 |
| НПК по 120 кг/га                | 49,1        | 49,3 | 49,7 | 49,5 |
| НПК по 45 кг/га +25 т/га навоза | 46,7        | 46,9 | 46,4 | 46,5 |
| НПК по 60 кг/га +25 т/га навоза | 47,4        | 47,7 | 47,8 | 47,9 |

**Задача 10.** Провести дисперсионный анализ результатов полевого опыта в котором изучали действие различных доз удобрений на содержание масла в семенах сои. Если нулевая гипотеза отвергается, оценить достоверность различий на 5 % уровне значимости.

Содержание масла в семенах сои, %

| Варианты                        | Повторности |      |      |      |
|---------------------------------|-------------|------|------|------|
| Контроль                        | 25,2        | 25,0 | 25,7 | 24,8 |
| НПК по 45 кг/га                 | 25,8        | 26,0 | 26,5 | 26,6 |
| НПК по 90 кг/га                 | 27,0        | 26,9 | 27,3 | 27,5 |
| НПК по 120 кг/га                | 27,8        | 28,0 | 28,2 | 28,7 |
| НПК по 45 кг/га +25 т/га навоза | 26,3        | 26,7 | 26,9 | 27,0 |
| НПК по 60 кг/га +25 т/га навоза | 27,0        | 27,4 | 27,7 | 27,9 |

### Тема 5. Корреляционный и регрессионный анализ

**Задача 1.** Провести корреляционный и регрессионный анализ данных 10 пар наблюдений между содержанием гумуса и целлюлозоразлагающей активностью в пахотном слое чернозема типичного

|   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| X | 9,10 | 6,74 | 5,43 | 5,80 | 5,84 | 6,12 | 5,40 | 5,64 | 5,67 | 6,00 |
| Y | 58,6 | 49,3 | 29,5 | 30,2 | 29,3 | 33,0 | 30,8 | 29,5 | 28,3 | 30,3 |

**Задача 2.** Провести корреляционный и регрессионный анализ данных 10 пар наблюдений между содержанием гумуса и общего углерода в пахотном слое чернозема типичного

|   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| X | 9,10 | 6,74 | 5,43 | 5,80 | 5,84 | 6,12 | 5,40 | 5,64 | 5,67 | 6,00 |
| Y | 5,28 | 3,91 | 3,15 | 3,36 | 3,39 | 3,55 | 3,13 | 3,27 | 3,29 | 3,49 |

**Задача 3.** Провести корреляционный и регрессионный анализ данных 10 пар наблюдений между изменением рН и целлюлозоразлагающей активностью пахотного слоя чернозема типичного

|   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| X | 6,62 | 6,73 | 6,65 | 6,52 | 6,59 | 6,61 | 6,44 | 6,49 | 6,53 | 6,63 |
| Y | 58,6 | 49,3 | 29,5 | 30,2 | 29,3 | 33,0 | 30,8 | 29,5 | 28,3 | 30,3 |

**Задача 4.** Провести корреляционный и регрессионный анализ данных 10 пар наблюдений между содержанием гумуса и обменными основаниями в пахотном слое чернозема типичного

|   |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| X | 9,10 | 6,74 | 5,43 | 5,80  | 5,84 | 6,12 | 5,40 | 5,64 | 5,67 | 6,00 |
| Y | 45,5 | 40,7 | 32,8 | 37,10 | 38,0 | 40,1 | 35,0 | 36,0 | 36,6 | 38,4 |

**Задача 5.** Провести корреляционный и регрессионный анализ данных 10 пар наблюдений между обменными основаниями и целлюлозоразлагающей активностью в пахотном слое чернозема типичного

|   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| X | 45,5 | 40,7 | 32,8 | 37,1 | 38,0 | 40,1 | 35,0 | 36,0 | 36,6 | 38,4 |
| Y | 58,6 | 49,3 | 29,5 | 30,2 | 29,3 | 33,0 | 30,8 | 29,5 | 28,3 | 30,3 |

**Задача 6.** Провести корреляционный и регрессионный анализ данных 12 пар наблюдений за содержанием гумуса, % (X) и удельным весом твердой фазы почвы, г/см<sup>3</sup> (Y).

|   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| X | 0,21 | 0,22 | 1,03 | 1,33 | 2,55 | 3,28 | 4,84 | 5,04 | 7,17 | 7,28 | 7,56 | 7,96 |
| Y | 2,72 | 2,65 | 2,69 | 2,67 | 2,60 | 2,55 | 2,62 | 2,53 | 2,52 | 2,40 | 2,36 | 2,25 |

**Задача 7.** Провести корреляционный и регрессионный анализ данных 13 пар наблюдений между содержанием ила, % (X) и содержанием гумуса, % (Y) в черноземной почве

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| X | 31  | 31  | 25  | 32  | 28  | 37  | 29  | 27  | 21  | 19  | 22   | 20  | 12  |
| Y | 7,6 | 7,5 | 5,1 | 7,4 | 7,8 | 7,7 | 4,6 | 9,7 | 5,8 | 2,2 | 11,1 | 9,8 | 2,2 |

**Задача 8.** Провести корреляционный и регрессионный анализ данных 12 пар наблюдений между максимальной гигроскопичностью, % (X) и удельной теплотой смачивания кал/г (Y)

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| X | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 10 | 10 | 11 | 13 |
| Y | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 5 | 5 | 4  | 6  | 6  | 7  |

**Задача 9.** Провести корреляционный и регрессионный анализ данных 12 пар наблюдений между содержанием гумуса и суммой поглощенных оснований

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| X | 7,6 | 7,5 | 5,1 | 7,4 | 7,8 | 7,7 | 4,6 | 9,7 | 5,8 | 2,2 | 11,1 | 9,8 |
| Y | 51  | 51  | 32  | 51  | 53  | 55  | 37  | 67  | 39  | 27  | 65   | 37  |

**Задача 10.** Провести корреляционный и регрессионный анализ данных 11 пар наблюдений между численностью аммонификаторов (X) и иммобилизаторов азота (Y), млн КОЕ/г почвы

|   |     |     |   |     |    |     |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|---|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| X | 6,8 | 6,7 | 4 | 5,8 | 16 | 9,8 | 5,1 | 8,2 | 7,5 | 7,4 | 5,1 |
| Y | 11  | 10  | 8 | 10  | 21 | 16  | 8,5 | 12  | 12  | 8,9 | 9,4 |

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы и практические задания, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

**При оценивании используются качественные шкалы оценок. На экзамене оцениваются знания, умения и навыки необходимые для достижения индикаторов компетенции:**

- Знает информационные средства на уровне пользователя для решения задач в области почвоведения, охраны и рационального использования почв, основные понятия и методы математической статистики, применяемые для обработки экспериментальных данных в почвенных исследованиях.
- Умеет выбирать методы и способы математической обработки данных для проверки гипотез и обработки экспериментальных данных почвенных исследований; выражать и оценивать результаты статистической обработки экспериментальных данных.

- Владеет практическими навыками использования современных математических методов обработки экспериментальных данных лабораторных и полевых исследований почв.

**Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».**

**Отлично** - Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям шкалы оценивания. Решены все практические задания на высокие баллы.

**Хорошо** - Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному или двум из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные и вспомогательные вопросы. Недостаточно продемонстрировано владение методами статистической обработки полученных данных анализов. Либо допущено несколько неточностей при ответе. Выполнены все практические задания.

**Удовлетворительно** - Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым

трем из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания, допускает существенные ошибки. Выполнены все практические задания на положительную оценку

*Неудовлетворительно* - Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым четырем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует фрагментарные знания, допускает грубые ошибки или полное незнание материала. Невыполнены практические задания.

### Пример КИМов

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой  
экологии и земельных ресурсов  
Т.А. Девятова  
*подпись, расшифровка подписи*  
\_\_.\_.20

Направление подготовки / специальность 06.03.02 \_\_\_ *почвоведение* \_\_\_\_\_  
*шифр, наименование*  
Дисциплина \_\_\_ *Современные методы обработки данных в почвенных исследованиях* \_\_\_\_\_  
Вид контроля \_\_\_ *зачет с оценкой* \_\_\_\_\_  
*промежуточный контроль - экзамен, зачет; текущий контроль с указанием формы*  
Кафедра, отвечающая за дисциплину: Почвоведения и управления земельными ресурсами

#### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Роль статистики в современном почвоведении.
2. Исследовали влияние местоположения разреза на содержание общего азота в черноземе типичном. Оценить полученные результаты методом дисперсионного анализа.

Преподаватель \_\_\_\_\_ Л.Д. Стахурлова  
*подпись*                      *расшифровка подписи*

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой  
экологии и земельных ресурсов  
Т.А. Девятова  
*подпись, расшифровка подписи*  
\_\_.\_.20

Направление подготовки / специальность 06.03.02 \_\_\_ *почвоведение* \_\_\_\_\_  
*шифр, наименование*  
Дисциплина \_\_\_ *Современные методы обработки данных в почвенных исследованиях* \_\_\_\_\_  
Вид контроля \_\_\_ *зачет с оценкой* \_\_\_\_\_  
*промежуточный контроль - экзамен, зачет; текущий контроль с указанием формы*  
Кафедра, отвечающая за дисциплину: Почвоведения и управления земельными ресурсами

#### Контрольно-измерительный материал № 2

1. Причины варьирования признака. Совокупность и выборка.
2. Провести дисперсионный анализ результатов полевого опыта.

Преподаватель \_\_\_\_\_ Л.Д. Стахурлова  
*подпись*                      *расшифровка подписи*

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой  
экологии и земельных ресурсов  
Т.А. Девятова  
подпись, расшифровка подписи  
\_\_\_.\_\_\_.20

Направление подготовки / специальность 06.03.02 \_\_\_\_\_ почвоведение \_\_\_\_\_  
Дисциплина Современные методы обработки данных в почвенных исследованиях

Вид контроля \_\_\_зачет с оценкой\_\_\_\_\_

*шифр, наименование*

*промежуточный контроль - экзамен, зачет; текущий контроль с указанием формы*

Кафедра, отвечающая за дисциплину: Почвоведения и управления земельными ресурсами

#### Контрольно-измерительный материал № 5

1. Основные статистические характеристики. Закон нормального распределения.
2. Оценить существенность разности выборочных средних по t критерию.

Преподаватель \_\_\_\_\_Л.Д. Стахурлова  
подпись                      расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой  
экологии и земельных ресурсов  
Т.А. Девятова  
подпись, расшифровка подписи  
\_\_\_.\_\_\_.20

Направление подготовки / специальность 06.03.02 \_\_\_\_\_ почвоведение \_\_\_\_\_  
*шифр, наименование*

Дисциплина Современные методы обработки данных в почвенных исследованиях

Вид контроля \_\_\_зачет с оценкой\_\_\_\_\_

*промежуточный контроль - экзамен, зачет; текущий контроль с указанием формы*

Кафедра, отвечающая за дисциплину: Почвоведения и управления земельными ресурсами

#### Контрольно-измерительный материал № 6

1. Вероятность и достоверность.
2. Провести корреляционный и регрессионный анализ данных.

Преподаватель \_\_\_\_\_Л.Д. Стахурлова  
подпись                      расшифровка подписи