

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. И. Юсов

**МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В АГРОНОМИИ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в магистратуре по направлению подготовки
35.04.04 Агрономия

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2025

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономии и агроэкологии
Института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «КГТУ»
Е. А. Барановская

Юсов, А. И.

Методика экспериментальных исследований в агрономии: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студентов, обучающихся в магистратуре по напр. подгот. 35.04.04 Агрономия / А. И. Юсов. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 32 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Методика экспериментальных исследований в агрономии» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля, методические рекомендации по практическим занятиям, методические рекомендации по выполнению контрольной работы для направления подготовки 35.04.04 Агрономия, формы обучения: очная, заочная.

Табл. 4, список лит. – 4 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой агрономии и агроэкологии 2 апреля 2025 г., протокол № 9

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией Института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 апреля 2025 г., протокол № 4

УДК 631.4

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2025 г.
© Юсов А. И., 2025 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ И ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	14
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ.....	17
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	19
5. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА.....	30
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	31

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины «Методика экспериментальных исследований в агрономии» является формирование систематизированных знаний, умений и навыков в области методики экспериментальных исследований, необходимых для успешного проведения научных исследований в области агрономии, включая умение применять современные методы анализа данных, статистические подходы и инструменты планирования экспериментов.

Дисциплина охватывает широкий спектр тем, связанных с основными статистическими методами, используемыми в агрономических исследованиях. Каждая из тем рассматривается с точки зрения как теоретических основ, так и практических приложений, что позволяет студентам глубже понять суть проводимых исследований и применять полученные знания на практике. Курс направлен на развитие у студентов навыков самостоятельного анализа данных, применения статистических методов и планирования эффективных экспериментов, что крайне важно для практической реализации научных проектов и производственных задач в сельском хозяйстве.

Дисциплина «Методика экспериментальных исследований в агрономии» относится к обязательной части профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия.

В результате обучения, владения, умения и знания, в соотношении с компетенциями/индикаторами достижения компетенции, обучающийся должен:

знать: сущность современных методов исследования почв и растений; инструментальное обеспечение современных методов исследований; методику подготовки почвенных, растительных образцов и анализа;

уметь: анализировать современные методы исследований; проводить агрофизические, агрохимические и биологические анализы образцов почв и растений;

владеть: навыками самостоятельной работы с литературными источниками для поиска информации, выполнения графических работ, отбора проб, проведения агрофизических, агрохимических и биологических анализов; иметь опыт проведения анализов плодородия почв и продуктивности растений с помощью современных инструментальных методов.

Для успешного освоения дисциплины «Методика экспериментальных исследований в агрономии» студент должен активно работать на лекционных, практических и лабораторных занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для успешного освоения дисциплины «Методика экспериментальных исследований в агрономии» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки к лабораторным занятиям и организации самостоятельной работы студентов.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые и практические задания.

Тестирование и решение практических задач обучающихся проводится на практических занятиях после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед проведением тестирования преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после проведения тестирования проводит анализ его работы. Перечень примерных тестовых и практических заданий представлен в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета, к которому допускаются студенты, освоившие темы курса и имеющие положительные оценки.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Методика экспериментальных исследований в агрономии», студент должен научиться работать на лекциях, лабораторных занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции, с прочитанным и усвоенным ранее материалом, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Тематический план лекционных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Количество часов, форма обучения	
		очная	заочная
1	Описательная статистика	2	-
2	Дисперсионный анализ данных агрономических исследований	2	2
3	Ковариационный анализ	2	2
Итого		6	4

Тема 1. Описательная статистика

Ключевые вопросы темы

Основные статистические показатели (характеристики) данных агрономических наблюдений. Диаграммы размаха. Группировка и визуализация результатов агрономических исследований – построение графиков (гистограмм). Анализ распределения – проверка моделей на соответствие нормальному распределению.

Содержание темы занятия

При изучении данной темы студенты должны овладеть методами обработки и анализа данных агрономических наблюдений, чтобы уметь интерпретировать результаты экспериментов и делать обоснованные выводы.

Основные статистические показатели (характеристики) данных агрономических наблюдений.

- Среднее значение (средняя арифметическая). Наиболее распространенный показатель центральной тенденции, который представляет собой среднее всех значений выборки.

- Медиана. Медиана делит упорядоченную выборку пополам. Она особенно полезна, когда данные имеют сильно выраженные выбросы.

- Мода. Модальное значение – это наиболее часто встречающееся значение в наборе данных.

- Дисперсия и стандартное отклонение. Дисперсия измеряет разброс данных относительно среднего значения. Стандартное отклонение является корнем квадратным из дисперсии и выражается в тех же единицах измерения, что и исходные данные.

- Квартили и процентиля. Квартили делят выборку на четыре равные части, а процентиля – на сто частей. Эти показатели помогают оценить распределение данных.

- Коэффициент вариации – это отношение стандартного отклонения к среднему значению, выраженное в процентах. Используется для сравнения изменчивости различных выборок.

При изучении этой темы студенту необходимо подробно рассмотреть вопрос о различиях между средним значением, медианой и модой, а также научиться правильно выбирать подходящий показатель центральной тенденции в зависимости от типа данных и целей исследования.

Диаграммы размаха. Диаграмма размаха – это способ визуализации распределения данных, который позволяет увидеть основные характеристики выборки, такие как медиана, квартили, максимальное и минимальное значения, а также выбросы.

Строение диаграммы размаха:

- Коробка: содержит первый и третий квартиль, а также медиану.

- Усы: соединяют коробку с минимальным и максимальным значениями, исключая выбросы.

- Выбросы: точки, лежащие вне диапазона усов.

Применение в агрономии:

- Анализ урожайности разных сортов растений.

- Сравнение эффективности удобрений.

- Оценка влияния климатических условий на рост растений.

Студенту важно освоить технику построения диаграмм размаха и интерпретацию полученных результатов, чтобы выявлять закономерности и аномалии в агрономических исследованиях.

Группировка и визуализация результатов агрономических исследований – построение графиков (гистограмм). Гистограмма – это столбчатая диаграмма, отображающая частоту встречаемости значений в определенных интервалах.

Построение гистограммы:

- Разделение данных на классы (интервалы).

- Подсчет количества наблюдений в каждом классе.

- Построение столбцов, высота которых пропорциональна частоте.

Интерпретация гистограммы:

- Форма гистограммы помогает определить тип распределения данных (например, нормальное, равномерное, асимметричное).

- Пиковые значения указывают на наиболее вероятные результаты.

Примеры применения в агрономии:

- Анализ распределения размеров плодов.
- Исследование частоты заболеваний растений.
- Изучение уровня плодородия почвы.

Особое внимание студентам следует уделить выбору оптимального числа классов и ширине интервалов, чтобы гистограмма адекватно отражала структуру данных.

Анализ распределения – проверка моделей на соответствие нормальному распределению. Нормальное распределение играет важную роль в статистике, поскольку многие методы анализа предполагают, что данные подчиняются этому закону.

Характеристики нормального распределения:

- Симметричность вокруг среднего значения.
- Колоколообразная форма кривой плотности вероятности.
- Приблизительно 68 % данных лежат в пределах одного стандартного отклонения от среднего, 95 % — двух стандартных отклонений.

Методы проверки нормальности:

- Графический метод (гистограмма, квантильные графики).
- Статистические тесты (тест Шапиро – Уилка, тест Колмогорова – Смирнова).

Практическое применение в агрономии:

- Проверка гипотезы о нормальном распределении урожайности.
- Определение доверительных интервалов для средних показателей.
- Использование параметрических методов анализа данных.

Важно понимать, что не все данные в агрономических исследованиях обязательно будут соответствовать нормальному распределению. Студенты должны научиться применять различные методы проверки нормальности и корректно интерпретировать результаты тестов.

Изучение описательной статистики является ключевым этапом подготовки магистрантов по направлению «Агрономия», так как оно закладывает основу для дальнейшего освоения методов анализа данных и проведения научных исследований. Студентам необходимо глубоко разобраться в основных понятиях и инструментах описательной статистики, чтобы эффективно использовать их в своей профессиональной деятельности.

Контрольные вопросы

1. Перечислите статистические показатели количественной изменчивости
2. С помощью каких показателей можно охарактеризовать качественную изменчивость?
3. В каких случаях медиана предпочтительнее средней выборочной?
4. Какие параметры генеральной совокупности определяются на основании выборочного метода исследования?
5. Какие уровни доверительной вероятности и значимости приняты в агрономических исследованиях?
6. Доверительные интервалы, для чего они служат?
7. Как определить необходимый объем выборки?

8. Что такое «ящик с усами»?
9. Какие статистические показатели можно показать на диаграмме размаха «ящик с усами» в программе Statistica?
10. Что такое вариационный ряд?
11. Как построить гистограмму в программе Excel?
12. Для чего проводится группировка данных?
13. В чем отличие эмпирических распределений от теоретических?
14. Что такое нормальное распределение? Каковы закономерности кривой нормального распределения?
15. С какой целью проводится проверка данных на соответствие их нормальному распределению?
16. С помощью каких критериев оценивается соответствие нормальному распределению?
17. Как по критерию хи-квадрат проверить гипотезу о нормальности распределения?

Тема 2. Дисперсионный анализ данных агрономических исследований

Ключевые вопросы темы

Дисперсионный анализ данных полевого эксперимента, заложенного методом организованных повторений (блоков). Множественные сравнения разности средних между вариантами. Дисперсионный анализ данных двухфакторного полевого опыта, заложенного методом расщепленных делянок. Дисперсионный анализ данных с неоднородными выборками (анализ данных наблюдений, которые не подчиняются закону нормального распределения). Дисперсионный анализ данных полевого опыта за ряд лет.

Содержание темы занятия

При изучении дисперсионного анализа данных агрономических исследований студенты должны углубленно изучить несколько ключевых аспектов. Одним из важных вопросов является понимание основ дисперсионного анализа – метода статистической обработки данных, который позволяет выявить различия между средними значениями различных групп экспериментов. Этот метод особенно полезен при анализе результатов полевых опытов, где условия окружающей среды могут оказывать значительное влияние на результаты исследования.

Вопросы для глубокого изучения:

- Основные принципы дисперсионного анализа.
- Гипотезы, проверяемые в рамках дисперсионного анализа.
- Критерии значимости различий.
- Использование методов множественных сравнений для оценки разницы между группами.

Дисперсионный анализ данных полевого эксперимента, заложенного методом организованных повторений (блоков). Полевые эксперименты часто проводятся с использованием метода организованных повторений, когда

варианты опыта размещаются в блоках таким образом, чтобы минимизировать влияние случайных факторов, таких как различия в почвенных условиях, освещенности и др. Дисперсионный анализ позволяет оценить значимость влияния вариантов опыта на исследуемый показатель, отделяя его от случайной вариации внутри блоков.

Основные вопросы для изучения:

- Принцип организации блоков в полевом опыте.
- Как дисперсионный анализ учитывает влияние блоков?
- Применение однофакторного и многофакторного дисперсионного анализа в контексте блочных экспериментов.

Множественные сравнения разности средних между вариантами. После проведения дисперсионного анализа важно провести дополнительные тесты для выявления конкретных пар вариантов, между которыми существуют значимые различия. Это делается с помощью методов множественного сравнения, таких как тест Тьюки, Шеффе или Бонферрони.

Студентам необходимо детально разобраться в:

- методах множественного сравнения и их назначении;
- порядке выполнения тестов после основного дисперсионного анализа;
- интерпретации результатов множественных сравнений.

Дисперсионный анализ данных двухфакторного полевого опыта, заложенного методом расщепленных делянок. Двухфакторные опыты позволяют исследовать взаимодействие двух переменных (например, удобрений и сортов растений). Метод расщепленных делянок используется для повышения точности экспериментов путем деления участка на меньшие части, каждая из которых подвергается воздействию одного фактора, а внутри каждой части проводится варьирование второго фактора.

Ключевые аспекты для рассмотрения:

- Различие между однофакторным и двухфакторным дисперсионным анализом.
- Оценка взаимодействия факторов в двухфакторном анализе.
- Особенности интерпретации результатов при наличии взаимодействия факторов.

Дисперсионный анализ данных с неоднородными выборками (анализ данных наблюдений, которые не подчиняются закону нормального распределения). Не все данные в агрономических исследованиях следуют нормальному распределению. В таких случаях стандартные методы дисперсионного анализа могут давать искаженные результаты. Студенты должны уметь применять альтернативные подходы, такие как непараметрический дисперсионный анализ или преобразования данных для нормализации.

Что нужно изучить:

- Признаки отклонений от нормального распределения.
- Методы проверки нормальности данных.
- Непараметрические аналоги дисперсионного анализа (например, критерий Краскела – Уоллиса).
- Преобразования данных (логарифмическое, квадратичное и другие).

Дисперсионный анализ данных полевого опыта за ряд лет. Многолетние наблюдения требуют особого подхода к обработке данных, поскольку климатические условия, погодные аномалии и другие внешние факторы могут значительно влиять на результаты эксперимента. Анализ данных за несколько лет позволяет сгладить эти эффекты и получить более надежные выводы.

Важные темы для освоения:

- Влияние погодных условий на результаты многолетних опытов.
- Способы учета временных изменений в данных.
- Использование методов смешанных моделей для анализа данных многолетних опытов.

Таким образом, изучение дисперсионного анализа требует от студентов понимания теоретических основ статистики, умения применять различные методы анализа в зависимости от структуры данных и способности интерпретировать полученные результаты.

Контрольные вопросы

1. В чем сущность дисперсионного анализа?
2. Каковы преимущества дисперсионного анализа?
3. Для чего используется критерий Фишера? Как осуществляется проверка нулевой гипотезы с помощью критерия Фишера?
4. Каковы схема, модель дисперсионного анализа данных полевого опыта, заложенного методом полной рандомизации?
5. Каковы схема, модель дисперсионного анализа данных вегетационного опыта?
6. Каковы схема, модель дисперсионного анализа данных полевого опыта, заложенного методом рандомизированных повторений?
7. Каковы предпосылки дисперсионного анализа?
8. Как проводится обработка данных наблюдений и анализов с неоднородными выборками?
9. Как проводится оценка существенности разности средних при дисперсионном анализе?
10. Какие критерии применяются для множественного сравнения средних?
11. Каковы особенности применения критерия Дункана?
12. Каковы особенности применения критерия Тьюки?
13. Как графически оценить различия между средними по вариантам?
14. Как рассчитать частные и главные эффекты?
15. Как осуществляется дисперсионный анализ данных многофакторного опыта, заложенного методом расщепленных делянок?
16. Как проводится сравнение исходных данных с неоднородными выборками?
17. Как проводится дисперсионный анализ данных многолетних экспериментов?

Тема 3. Ковариационный анализ

Ключевые вопросы темы

Применение ковариационного анализа. Ковариация. Внесение поправки на изреженность пропашных культур с помощью ковариационного анализа. Сумма квадратов отклонений от регрессии в ковариационном анализе. Использование ковариационного анализа для повышения точности полевого опыта. Оценка различия по вариантам для независимого признака. Выравнивание результатов эксперимента на третьем этапе ковариационного анализа.

Содержание темы занятия

Ковариационный анализ представляет собой статистический метод, который используется для определения степени зависимости одной переменной от другой, учитывая влияние третьей переменной. Этот метод позволяет учесть влияние внешних факторов на результат эксперимента, повышая точность выводов. При изучении этой темы студенту необходимо подробно рассмотреть вопрос о том, как ковариационный анализ позволяет контролировать влияние неконтролируемых факторов на результаты эксперимента.

Применение ковариационного анализа. Ковариационный анализ находит широкое применение в агрономических исследованиях для контроля над влиянием внешних факторов, таких как погода, почва, вредители и болезни. Он также используется для корректировки результатов эксперимента, когда невозможно полностью контролировать все влияющие факторы. Студент должен понимать, какие именно ситуации требуют применения ковариационного анализа и как правильно выбрать ковариаты.

Ковариация. Ковариация измеряет совместное изменение двух переменных. Положительная ковариация означает, что обе переменные увеличиваются или уменьшаются вместе, тогда как отрицательная ковариация показывает противоположное направление изменения. Важным вопросом для студента будет понимание того, как рассчитать ковариацию и интерпретировать ее значение.

Внесение поправки на изреженность пропашных культур с помощью ковариационного анализа. Изреженность пропашных культур может сильно повлиять на результаты эксперимента. Ковариационный анализ позволяет внести поправку на этот фактор, используя плотность посадки как ковариат. Студент должен освоить технику внесения такой поправки и понимать, как она влияет на конечные результаты.

Сумма квадратов отклонений от регрессии в ковариационном анализе. Сумма квадратов отклонений от регрессии используется для измерения разброса точек вокруг линии регрессии. Это важный показатель, позволяющий оценить качество модели. Студент должен научиться рассчитывать эту величину и использовать ее для оценки достоверности результатов.

Использование ковариационного анализа для повышения точности полевого опыта. Ковариационный анализ помогает повысить точность полевого опыта, уменьшая влияние неконтролируемых факторов. Студент должен понять, каким образом это достигается и какие преимущества дает использование данного метода.

Оценка различия по вариантам для независимого признака. Ковариационный анализ позволяет оценить различия между вариантами эксперимента, учитывая влияние независимого признака. Студент должен овладеть техникой расчета и интерпретации этих различий.

Выравнивание результатов эксперимента на третьем этапе ковариационного анализа. На третьем этапе ковариационного анализа происходит выравнивание результатов эксперимента с учетом влияния ковариатов. Студент должен разбираться в процессе выравнивания и понимать, как оно влияет на итоговые данные.

Таким образом, изучение ковариационного анализа включает глубокое понимание его теоретических основ, областей применения, способов внесения поправок и оценивания различий. Овладение этими знаниями позволит студентам эффективно использовать данный метод в агрономических исследованиях.

Контрольные вопросы

1. Что такое ковариация?
2. Что означает ковариационный анализ в узком смысле слова?
3. Что означает ковариационный анализ в широком смысле слова?
4. Как осуществляется внесение поправки на изреженность пропашных культур с помощью ковариационного анализа?
5. Что означает сумма квадратов отклонений от регрессии?
6. Как использовать ковариационный анализ для повышения точности полевого опыта?
7. Какие есть примеры использования ковариационного анализа в агрономических исследованиях?
8. По какому критерию оцениваются различия по вариантам для независимого признака?
9. Каким образом проводится выравнивание результатов эксперимента на третьем этапе ковариационного анализа?

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ И ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практические занятия предназначены для формирования систематизированных знаний и получения практических навыков в области методики экспериментальных исследований, являющихся основой для решения профессиональных задач агрономии.

Отчет по выполнению практического занятия должен содержать краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения практической работы и вывод.

При подготовке к защите практического занятия по данной теме следует ответить на контрольные вопросы. Оценка результатов выполнения задания по каждому практическому занятию производится при представлении студентом отчета о работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике практической работы. Студент, самостоятельно выполнивший задание и продемонстрировавший знание материала, получает по практическому занятию оценку «зачтено».

Защита результатов практических занятий является формой контроля текущей успеваемости студента.

Тематический план практических (семинарских) (ПЗ) занятий представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ

Номер практического занятия	Содержание практического занятия	Количество часов ПЗ, форма обучения	
		очная	заочная
1	Сравнение двух вариантов агрономических исследований	2	-
2	Корреляционно-регрессионный анализ данных агрономических исследований	4	2
3	Планирование экспериментов в агрономии	4	2
ИТОГО		10	4

Содержание практических занятий

Практическое занятие 1. Сравнение двух вариантов агрономических исследований

Цель занятия: Изучить методы статистической обработки данных, используемых в агрономических исследованиях.

Методические указания

Используя теоретический материал, изучить тему практического занятия. Составить отчет по теме работы с письменным освещением контрольных вопросов.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит алгоритм проверки нулевой гипотезы для оценки данных агрономических исследований?
2. Какие критерии применяют для проверки нулевой гипотезы?
3. В чем суть параметрического t-критерия Стьюдента для проверки нулевой гипотезы и каков порядок его применения?
4. Что такое НСР и как оценить значимость разности между вариантами по НСР?
5. Как оценить различия между вариантами опыта по доверительным интервалам?
6. Как оценить существенность разности средних двух независимых вариантов?
7. Как оценить существенность средней разности двух зависимых вариантов?
8. Как проводится оценка существенности разности долей при качественной изменчивости?
9. Как проводится сравнение разности средних с помощью диаграммы размаха?
10. Как сравнить варианты, если данные агрономических исследований не подчиняются закону нормального распределения?
11. Какие есть непараметрические критерии для проверки нулевой гипотезы для независимых выборок?
12. Какие есть непараметрические критерии для проверки нулевой гипотезы для зависимых выборок?

Практическое занятие 2. Корреляционно-регрессионный анализ данных агрономических исследований

Цель занятия: Изучить принципы корреляционно-регрессионного анализа данных агрономических исследований.

Методические указания

Используя теоретический материал, изучить тему практического занятия. Составить отчет по теме работы с письменным освещением контрольных вопросов.

Контрольные вопросы

1. Какие есть примеры взаимосвязей признаков в биологии и агрохимии?
2. Какие задачи решает корреляционно-регрессионный анализ в агрономических исследованиях?
3. Какие есть виды корреляции?
4. Чем характеризуются линейная и криволинейная зависимости?
5. Что показывает коэффициент корреляции?
6. Что показывает коэффициент детерминации?
7. Что показывает коэффициент регрессии?
8. Как оценить качество уравнения регрессии?
9. Какие критерии служат для оценки параметров регрессии?

10. Как проводится анализ остатков?
11. В чем различие парной и частной корреляции?
12. Как отличить прямолинейную зависимость от криволинейной?
13. Как подобрать уравнение регрессии для криволинейной зависимости?
14. Каковы статистические показатели множественной зависимости?
15. Какова роль бета-коэффициента?
16. Что такое мультиколлинеарности?
17. Какие есть методы устранения мультиколлинеарности?
18. В чем суть гребневой регрессии?
19. Как провести корреляционно-регрессионный анализ в программе Statistica?

Практическое занятие 3. Планирование экспериментов в агрономии

Цель занятия: Изучить методику планирование основных элементов полевого опыта и разработки программы наблюдений и анализов в эксперименте.

Методические указания

Используя теоретический материал, изучить тему практического занятия. Составить отчет по теме работы с письменным освещением контрольных вопросов.

Контрольные вопросы

1. Какие Вы знаете этапы планирования экспериментов?
2. Каковы критерии выбора темы эксперимента?
3. Какова роль рабочей гипотезы при планировании экспериментов?
4. Как спланировать схему однофакторного эксперимента с качественной градацией изучаемых вариантов?
5. Как спланировать схему однофакторного эксперимента с количественной градацией изучаемых вариантов?
6. Что указывается на кривой отклика?
7. Какой принцип закладывается при планировании схемы многофакторного опыта?
8. Как составить матрицу планирования трехфакторного опыта?
9. Что является основой для планирования элементов методики полевого опыта?
10. Как изучить характер варьирования плодородия почвы опытного участка перед закладкой полевого опыта?
11. Как рассчитать повторность полевого опыта?
12. Какие есть методы наблюдений и учетов в полевом опыте?
13. Что необходимо учитывать при разработке программы наблюдений и учетов?
14. Каковы особенности проведения наблюдений и учетов в полевом опыте?
15. Как спланировать объем выборки?
16. Как обеспечить представительность выборки?

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

Особенность курса заключается не только в его теоретической, но и практической направленности. Методическая модель преподавания дисциплины основана на проведении еженедельного контроля текущей успеваемости обучающегося.

К текущей аттестации относится защита лабораторной работы.

Всего запланировано 15 текущих аттестаций при изучении дисциплины.

При подготовке к текущей аттестации рекомендуется повторить лекционный материал по соответствующей тематике лабораторной работы.

К защите следует представлять лабораторные работы, оформленные в полном соответствии с заданиями. Выполнять задания следует придерживаясь алгоритма решения, представленного в учебно-методическом пособии к лабораторным работам.

Оценка «**Зачтено**» является экспертной и зависит от уровня освоения студентом практического материала, наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на вопросы (таблица 3).

Таблица 3 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %
	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из них может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимых для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Для успешного прохождения текущей аттестации студенту следует ответить на один-два вопроса, представленных в конце каждой лабораторной работы. В случае, если студент не смог дать полный и верный ответ, преподаватель может задать дополнительные вопросы.

Для прохождения текущей аттестации студент должен показать набор знаний, необходимых для системного взгляда на изучаемый объект и в состоянии решить поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Согласно учебному плану дисциплины «Методика экспериментальных исследований в агрономии» направления подготовки 35.04.04 Агрономия, студенты заочной формы обучения закрепляют изучаемый материал самостоятельно в виде выполнения контрольной работы.

Вариант задания определяется по таблице 4 в зависимости от двух последних цифр студенческого шифра. В таблице по горизонтали Б размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых – последняя цифра шифра студента. По вертикали А также размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых – предпоследняя цифра шифра студента. Пересечение горизонтальной и вертикальной линий определяет клетку с номерами вариантов контрольной работы.

Каждое задание контрольной работы состоит из трех теоретических вопросов, каждый из которых содержит ключевой вопрос, который студент должен изучить особенно подробно. Перечень заданий для выполнения контрольной работы представлен ниже.

Таблица 4 – Варианты заданий

Б		Последняя цифра шифра									
А		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предпоследняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	2	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	4	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	5	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	7	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	8	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Ответы на рассматриваемые вопросы должны излагаться по существу, быть четкими, полными, ясными и содержать элементы анализа.

При ответе на вопросы студент должен использовать не только учебную литературу, но и статьи, публикуемые в периодической печати, указывая в работе источники информации. Текстовая часть работы может быть иллюстрирована рисунками, схемами, таблицами. В конце приводится список использованных источников.

Литература для выполнения контрольной работы представлена в разделе 4 настоящего методического пособия.

Структура контрольной работы включает в себя: титульный лист, содержание, текстовая часть (каждый вопрос начинать с нового листа), список используемой литературы.

В текстовой части не допускается сокращение слов. Объем выполненной работы не должен превышать 15 листов А4.

Контрольная работа должна быть оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к контрольным работам.

Стиль и язык изложения материала контрольной работы должны быть четкими, ясными и грамотными. Грамматические и синтаксические ошибки недопустимы. Выполненная контрольная работа представляется для регистрации на кафедру, затем поступает на рецензирование преподавателю.

Положительная оценка («зачтено») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в контрольной работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу). Студент, получивший контрольную работу с оценкой «зачтено», знакомится с рецензией и с учетом замечаний преподавателя дорабатывает отдельные вопросы с целью углубления своих знаний.

Контрольная работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией, выполняется студентом вновь и сдается вместе с незачтенной работой на проверку преподавателю. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки и зачета.

Задания для контрольной работы

Задание 1

1. Описательная статистика (ключевой вопрос: рассмотрите основные статистические показатели, используемые в агрономических исследованиях, такие как среднее арифметическое, медиана, мода, дисперсия и стандартное отклонение; объясните, как они применяются для описания выборки данных).

2. Сравнение двух вариантов агрономических исследований (ключевой вопрос: изучите теорию сравнения средних для независимых выборок при количественной изменчивости; опишите, какие методы используются для оценки значимости различий между двумя выборками).

3. Дисперсионный анализ данных агрономических исследований (ключевой вопрос: раскройте теоретические основы дисперсионного анализа и объясните, почему он важен для анализа данных полевого эксперимента, заложенного методом организованных повторений (блоков)).

Задание 2

1. Диаграммы размаха (ключевой вопрос: опишите, как строятся диаграммы размаха и какую информацию они предоставляют исследователю, приведите пример использования диаграмм размаха в агрономических исследованиях).

2. Непараметрические критерии для сравнения средних вариантов (ключевой вопрос: объясните, что такое непараметрические критерии и приведите примеры их использования для сравнения независимых выборок, например критерий Ван-дер-Вандена).

3. Ковариационный анализ (ключевой вопрос: определите роль ковариационного анализа в агрономических исследованиях и приведите примеры ситуаций, когда его применение целесообразно).

Задание 3

1. Анализ распределения – проверка моделей на соответствие нормальному распределению (ключевой вопрос: объясните, зачем проверять данные на соответствие нормальному распределению, и опишите методы, применяемые для такой проверки).

2. Множественные сравнения разности средних между вариантами (ключевой вопрос: раскройте методы множественных сравнений, используемых для оценки значимых различий между вариантами в дисперсионном анализе).

3. Планирование схемы однофакторного эксперимента с количественной градацией изучаемых вариантов (ключевой вопрос: рассмотрите этапы планирования однофакторного эксперимента с количественной градацией и объясните, как определяются уровни варьирования фактора).

Задание 4

1. Группировка и визуализация результатов агрономических исследований (ключевой вопрос: объясните, как осуществляется группировка данных и визуализируются результаты агрономических исследований с помощью гистограмм и полигонов частот).

2. Оценка двух вариантов при качественной изменчивости признаков (ключевой вопрос: рассмотрите методы оценки двух вариантов при качественной изменчивости признаков и объясните, как производится такая оценка).

3. Корреляционно-регрессионный анализ данных агрономических исследований (ключевой вопрос: опишите основные понятия корреляционно-регрессионного анализа и объясните, как строится линейная регрессионная модель).

Задание 5

1. Проверка гипотезы о соответствии фактического ряда распределения нормальному (ключевой вопрос: объясните, как проводится проверка гипотезы о соответствии фактического ряда распределения нормальному и какие статистические критерии используются для этого).

2. Дисперсионный анализ данных двухфакторного полевого опыта, заложенного методом расщепленных делянок (ключевой вопрос: рассмотрите особенности дисперсионного анализа данных двухфакторного полевого опыта и объясните, как учитываются взаимодействия факторов).

3. Планирование схемы многофакторного опыта (ключевой вопрос: объясните, как разрабатывается схема многофакторного опыта и какие требования предъявляются к уровню факторов).

Задание 6

1. Основы теории вероятностей и математической статистики (ключевой вопрос: рассмотрите базовые концепции теории вероятностей и математической статистики, которые необходимы для анализа данных в агрономии).

2. Парная корреляция (ключевой вопрос: объясните понятие парной корреляции и как рассчитывается коэффициент корреляции Пирсона; приведите примеры использования парной корреляции в агрономических исследованиях).

3. Планирование эксперимента в агрономии (ключевой вопрос: объясните основные этапы планирования эксперимента в агрономии и подчеркните важность разработки рабочей гипотезы).

Задание 7

1. Методы наблюдений и учетов в полевом опыте (ключевой вопрос: опишите основные методы наблюдений и учетов, применяемые в полевом опыте, и объясните, как они влияют на точность получаемых данных).

2. Ранговая корреляция (ключевой вопрос: объясните принцип ранговой корреляции и методы расчета коэффициентов ранговой корреляции, таких как коэффициент Спирмена и Кендалла).

3. Использование ковариационного анализа для повышения точности полевого опыта (ключевой вопрос: объясните, как ковариационный анализ улучшает точность полевого опыта, и приведите примеры его применения).

Задание 8

1. Анализ распределения – проверка моделей на соответствие нормальному распределению в Microsoft Excel (ключевой вопрос: объясните, как в Excel проверяется соответствие данных нормальному распределению, и приведите пошаговую инструкцию по использованию инструментов Excel для этой цели).

2. Оценка средней разности при количественной изменчивости признаков для зависимых выборок (ключевой вопрос: рассмотрите методы оценки средней разности для зависимых выборок и объясните, как применяется парный двухвыборочный t-тест для средних).

3. Расчет основных статистических показателей в программном пакете Statistica (ключевой вопрос: объясните, как в программном пакете Statistica рассчитываются основные статистические показатели и как визуализируются данные).

Задание 9

1. Построение кривой нормального распределения в Microsoft Excel (ключевой вопрос: объясните, как в Excel строится кривая нормального распределения, и приведите пример использования этого инструмента в агрономических исследованиях).

2. Нелинейные регрессионные модели (ключевой вопрос: объясните концепцию нелинейных регрессионных моделей и рассмотрите примеры их применения в агрономии).

3. Дисперсионный анализ данных однофакторного эксперимента в программном пакете Statistica (ключевой вопрос: объясните, как выполняется дисперсионный анализ данных однофакторного эксперимента в программном пакете Statistica и как устанавливаются существенные частные различия).

Задание 10

1. Применение ковариационного анализа (ключевой вопрос: объясните, в каких ситуациях применяется ковариационный анализ и как он способствует повышению точности результатов агрономических исследований).

2. Планирование схемы однофакторного эксперимента с качественной градацией изучаемых вариантов (ключевой вопрос: рассмотрите этапы планирования однофакторного эксперимента с качественной градацией и объясните, как выбираются уровни качественных факторов).

3. Множественная корреляция и регрессия в программном пакете Statistica (ключевой вопрос: объясните, как в программном пакете Statistica выполняются расчеты множественной корреляции и регрессии, и как устраняется проблема мультиколлинеарности).

Задание 11

1. Установка пакета Анализа данных в Microsoft Excel (ключевой вопрос: объясните, как устанавливается пакет Анализа данных в Microsoft Excel и какие возможности он предоставляет для статистического анализа данных).

2. Ранговая корреляция в агрономических исследованиях (ключевой вопрос: объясните, почему ранжированная корреляция важна в агрономических исследованиях и как она отличается от традиционной корреляции).

3. Изучение характера варьирования плодородия почвы опытного участка перед закладкой полевого опыта (ключевой вопрос: объясните, насколько важно изучать характер варьирования плодородия почвы перед проведением полевого опыта, и какие методы используются для этого).

Задание 12

1. Оценка двух вариантов при качественной изменчивости признаков (ключевой вопрос: объясните, как оценивается разница между двумя вариантами при качественной изменчивости признаков и какие критерии используются для принятия решений).

2. Расчет суммы квадратов отклонений от регрессии в ковариационном анализе (ключевой вопрос: объясните, как рассчитывается сумма квадратов от-

клонений от регрессии в ковариационном анализе и как эта величина используется для оценки точности модели).

3. Составление матрицы планирования трехфакторного опыта (ключевой вопрос: объясните, как составляется матрица планирования для трехфакторного эксперимента и какие требования предъявляются к числу уровней факторов).

Задание 13

1. Основы теории вероятностей и математической статистики (ключевой вопрос: рассмотрите базовые понятия теории вероятностей и математической статистики, необходимые для анализа данных в агрономии).

2. Дисперсионный анализ данных с неоднородными выборками (ключевой вопрос: объясните, как проводится дисперсионный анализ данных, которые не подчиняются закону нормального распределения, и какие методы используются для обработки таких данных).

3. Особенности проведения наблюдений и учетов в полевом опыте (ключевой вопрос: объясните, какие специфические особенности необходимо учитывать при проведении наблюдений и учетов в полевом опыте).

Задание 14

1. Парная корреляция, линейная регрессионная модель (ключевой вопрос: объясните, как строится линейная регрессионная модель на основе парной корреляции и какие ограничения накладываются на использование этой модели).

2. Планирование объема выборки (ключевой вопрос: объясните, как планируется объем выборки в агрономическом исследовании и какие факторы влияют на определение необходимого числа наблюдений).

3. Методы наблюдений и учетов в полевом опыте (ключевой вопрос: опишите основные методы наблюдений и учетов, применяемые в полевом опыте, и объясните, как они влияют на точность получаемых данных).

Задание 15

1. Группировка данных, расчет статистических показателей, построение гистограммы и полигона в Microsoft Excel (ключевой вопрос: объясните, как в Excel осуществляются группировка данных, расчет статистических показателей и построение гистограмм и полигонов частот).

2. Нелинейные регрессионные модели (ключевой вопрос: объясните, в каких случаях применяются нелинейные регрессионные модели и как они отличаются от линейных моделей).

3. Внесение поправки на изреженность пропашных культур с помощью ковариационного анализа (ключевой вопрос: объясните, как ковариационный анализ применяется для внесения поправок на изреженность пропашных культур и какие преимущества это дает).

Задание 16

1. Оценка двух вариантов при количественной изменчивости признаков для независимых выборок в Microsoft Excel (ключевой вопрос: объясните, как в

Excel проводится оценка двух вариантов при количественной изменчивости признаков для независимых выборок и какие инструменты используются для этой цели).

2. Анализ распределения – проверка моделей на соответствие нормальному распределению в Microsoft Excel (ключевой вопрос: объясните, как в Excel проверяется соответствие данных нормальному распределению, и приведите пошаговую инструкцию по использованию инструментов Excel для этой цели).

3. Расчет основных статистических показателей в программном пакете Statistica (ключевой вопрос: объясните, как в программном пакете Statistica рассчитываются основные статистические показатели и как визуализируются данные).

Задание 17

1. Ранговая корреляция (ключевой вопрос: объясните, что такое ранговая корреляция и какие методы используются для расчета коэффициентов ранговой корреляции, таких как коэффициент Спирмена и Кендалла).

2. Дисперсионный анализ данных однофакторного эксперимента в программном пакете Statistica (ключевой вопрос: объясните, как выполняется дисперсионный анализ данных однофакторного эксперимента в программном пакете Statistica и как устанавливаются существенные частные различия).

3. Особенности проведения наблюдений и учетов в полевом опыте (ключевой вопрос: объясните, какие специфические особенности необходимо учитывать при проведении наблюдений и учетов в полевом опыте).

Задание 18

1. Основы теории вероятностей и математической статистики (ключевой вопрос: рассмотрите базовые понятия теории вероятностей и математической статистики, необходимые для анализа данных в агрономии).

2. Парная корреляция, линейная регрессионная модель (ключевой вопрос: объясните, как строится линейная регрессионная модель на основе парной корреляции и какие ограничения накладываются на использование этой модели).

3. Планирование схемы однофакторного эксперимента с количественной градацией изучаемых вариантов (ключевой вопрос: рассмотрите этапы планирования однофакторного эксперимента с количественной градацией и объясните, как определяются уровни варьирования фактора).

Задание 19

1. Группировка и визуализация результатов агрономических исследований (ключевой вопрос: объясните, как осуществляется группировка данных и визуализируются результаты агрономических исследований с помощью гистограмм и полигонов частот).

2. Оценка двух вариантов при качественной изменчивости признаков (ключевой вопрос: рассмотрите методы оценки двух вариантов при качественной изменчивости признаков и объясните, как производится такая оценка).

3. Корреляционно-регрессионный анализ данных агрономических исследований (ключевой вопрос: опишите основные понятия корреляционно-регрессионного анализа и объясните, как строится линейная регрессионная модель).

Задание 20

1. Проверка гипотезы о соответствии фактического ряда распределения нормальному (ключевой вопрос: объясните, как проводится проверка гипотезы о соответствии фактического ряда распределения нормальному и какие статистические критерии используются для этого).

2. Дисперсионный анализ данных двухфакторного полевого опыта, заложенного методом расщепленных делянок (ключевой вопрос: рассмотрите особенности дисперсионного анализа данных двухфакторного полевого опыта и объясните, как учитываются взаимодействия факторов).

3. Планирование схемы многофакторного опыта (ключевой вопрос: объясните, как разрабатывается схема многофакторного опыта и какие требования предъявляются к уровню факторов).

Задание 21

1. Описательная статистика (ключевой вопрос: рассмотрите основные статистические показатели, используемые в агрономических исследованиях, такие как среднее арифметическое, медиана, мода, дисперсия и стандартное отклонение; объясните, как они применяются для описания выборки данных).

2. Сравнение двух вариантов агрономических исследований (ключевой вопрос: изучите теорию сравнения средних для независимых выборок при количественной изменчивости; опишите, какие методы используются для оценки значимости различий между двумя выборками).

3. Дисперсионный анализ данных агрономических исследований (ключевой вопрос: раскройте теоретические основы дисперсионного анализа и объясните, почему он важен для анализа данных полевого эксперимента, заложенного методом организованных повторений (блоков)).

Задание 22

1. Диаграммы размаха (ключевой вопрос: опишите, как строятся диаграммы размаха и какую информацию они предоставляют исследователю; приведите пример использования диаграмм размаха в агрономических исследованиях).

2. Непараметрические критерии для сравнения средних вариантов (ключевой вопрос: объясните, что такое непараметрические критерии и приведите примеры их использования для сравнения независимых выборок, например, критерий Ван-дер-Вандена).

3. Ковариационный анализ (ключевой вопрос: определите роль ковариационного анализа в агрономических исследованиях и приведите примеры ситуаций, когда его применение целесообразно).

Задание 23

1. Анализ распределения – проверка моделей на соответствие нормальному распределению (ключевой вопрос: объясните, зачем проверять данные на соответствие нормальному распределению, и опишите методы, применяемые для такой проверки).

2. Множественные сравнения разности средних между вариантами (ключевой вопрос: раскройте методы множественных сравнений, используемых для оценки значимых различий между вариантами в дисперсионном анализе).

3. Планирование схемы однофакторного эксперимента с количественной градацией изучаемых вариантов (ключевой вопрос: рассмотрите этапы планирования однофакторного эксперимента с количественной градацией и объясните, как определяются уровни варьирования фактора).

Задание 24

1. Группировка и визуализация результатов агрономических исследований (ключевой вопрос: объясните, как осуществляется группировка данных и визуализируются результаты агрономических исследований с помощью гистограмм и полигонов частот).

2. Оценка двух вариантов при качественной изменчивости признаков (ключевой вопрос: рассмотрите методы оценки двух вариантов при качественной изменчивости признаков и объясните, как производится такая оценка).

3. Корреляционно-регрессионный анализ данных агрономических исследований (ключевой вопрос: опишите основные понятия корреляционно-регрессионного анализа и объясните, как строится линейная регрессионная модель).

Задание 25

1. Проверка гипотезы о соответствии фактического ряда распределения нормальному (ключевой вопрос: объясните, как проводится проверка гипотезы о соответствии фактического ряда распределения нормальному и какие статистические критерии используются для этого).

2. Дисперсионный анализ данных двухфакторного полевого опыта, заложенного методом расщепленных делянок (ключевой вопрос: рассмотрите особенности дисперсионного анализа данных двухфакторного полевого опыта и объясните, как учитываются взаимодействия факторов).

3. Планирование схемы многофакторного опыта (ключевой вопрос: объясните, как разрабатывается схема многофакторного опыта и какие требования предъявляются к уровню факторов).

Задание 26

1. Основы теории вероятностей и математической статистики (ключевой вопрос: рассмотрите базовые концепции теории вероятностей и математической статистики, которые необходимы для анализа данных в агрономии).

2. Парная корреляция (ключевой вопрос: объясните понятие парной корреляции и как рассчитывается коэффициент корреляции Пирсона; приведите примеры использования парной корреляции в агрономических исследованиях).

3. Планирование эксперимента в агрономии (ключевой вопрос: объясните основные этапы планирования эксперимента в агрономии и подчеркните важность разработки рабочей гипотезы).

Задание 27

1. Методы наблюдений и учетов в полевом опыте (ключевой вопрос: опишите основные методы наблюдений и учетов, применяемые в полевом опыте, и объясните, как они влияют на точность получаемых данных).

2. Ранговая корреляция (ключевой вопрос: объясните принцип ранговой корреляции и методы расчета коэффициентов ранговой корреляции, таких как коэффициент Спирмена и Кендалла).

3. Использование ковариационного анализа для повышения точности полевого опыта (ключевой вопрос: объясните, как ковариационный анализ улучшает точность полевого опыта, и приведите примеры его применения).

Задание 28

1. Анализ распределения – проверка моделей на соответствие нормальному распределению в Microsoft Excel (ключевой вопрос: объясните, как в Excel проверяется соответствие данных нормальному распределению, и приведите пошаговую инструкцию по использованию инструментов Excel для этой цели).

2. Оценка средней разности при количественной изменчивости признаков для зависимых выборок (ключевой вопрос: рассмотрите методы оценки средней разности для зависимых выборок; объясните, как применяется парный двухвыборочный t-тест для средних).

3. Расчет основных статистических показателей в программном пакете Statistica (ключевой вопрос: объясните, как в программном пакете Statistica рассчитываются основные статистические показатели и как визуализируются данные).

Задание 29

1. Построение кривой нормального распределения в Microsoft Excel (ключевой вопрос: объясните, как в Excel строится кривая нормального распределения, и приведите пример использования этого инструмента в агрономических исследованиях).

2. Нелинейные регрессионные модели (ключевой вопрос: объясните концепцию нелинейных регрессионных моделей и рассмотрите примеры их применения в агрономии).

3. Дисперсионный анализ данных однофакторного эксперимента в программном пакете Statistica (ключевой вопрос: объясните, как выполняется дисперсионный анализ данных однофакторного эксперимента в программном пакете Statistica и как устанавливаются существенные частные различия).

Задание 30

1. Применение ковариационного анализа (ключевой вопрос: объясните, в каких ситуациях применяется ковариационный анализ и как он способствует повышению точности результатов агрономических исследований).

2. Планирование схемы однофакторного эксперимента с качественной градацией изучаемых вариантов (ключевой вопрос: рассмотрите этапы планирования однофакторного эксперимента с качественной градацией и объясните, как выбираются уровни качественных факторов).

3. Множественная корреляция и регрессия в программном пакете Statistica (ключевой вопрос: объясните, как в программном пакете Statistica выполняются расчеты множественной корреляции и регрессии и как устраняется проблема мультиколлинеарности).

5. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основная литература

1. Вуколов, Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL: учеб. пособие / Э. А. Вуколов. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Москва: ФОРУМ, 2012. – 464 с.

2. Кирюшин, Б. Д. Основы научных исследований в агрономии: учеб. / Б. Д. Кирюшин, Р. Р., Усманов, И. П. Васильев. – Москва: КолосС, 2009. – 398 с.

3. Курбанов, С. А. Методика экспериментальных исследований в агрономии: учеб.-методич. пособие / С. А. Курбанов, Д. С. Магомедова, Д. Ю. Сулейманов. – Махачкала: ДагГАУ им. М. М. Джембулатова, 2020. – 42 с. – Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/162215> (дата обращения: 28.03.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Усманов, Р. Р. Методика экспериментальных исследований в агрономии: учеб. пособие / Р. Р. Усманов. – Москва: Юрайт, 2024. – 197 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – ISBN: 978-5534-14618-9.

Дополнительная литература

1. Почвенная и растительная диагностика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М. С. Сигида, О. Ю. Лобанкова, А. Н. Есаулко и др.; Министерство сельского хозяйства РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. – 128 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

2. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований: учеб. пособие / М. Ф. Шкляр; рец.: А. В. Ткач. – Изд. 5-е. – Москва: Дашков и К°, 2013. – 244 с.

3. Усманов, Р. Р. Методика опытного дела (с расчетами в программе Excel): практикум: учеб. пособие / Р. Р. Усманов, Н. Ф. Хохлов. – Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. – 155 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/181218> (дата обращения: 28.03.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вуколов, Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL: учеб. пособие / Э. А. Вуколов. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Москва: ФОРУМ, 2012. – 464 с.
2. Кирюшин, Б. Д. Основы научных исследований в агрономии: учебник / Б. Д. Кирюшин, Р. Р. Усманов, И. П. Васильев. – Москва: КолосС, 2009. – 398 с.
3. Курбанов, С. А. Методика экспериментальных исследований в агрономии: учеб.-методич. пособие / С. А. Курбанов, Д. С. Магомедова, Д. Ю. Сулейманов. – Махачкала: ДагГАУ им. М. М. Джембулатова, 2020. – 42 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/162215> (дата обращения: 28.03.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Усманов, Р. Р. Методика экспериментальных исследований в агрономии: учеб. пособие / Р. Р. Усманов. – Москва: Юрайт, 2024. – 197 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – ISBN: 978-5534-14618-9.

Локальный электронный методический материал

Александр Иванович Юсов

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В АГРОНОМИИ

Редактор М. А. Дмитриева

Уч.-изд. л. 1,5. Печ. л. 2,0.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1