

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

ФАКУЛЬТЕТ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Наумова М.П., Мельникова О.В.

ОСНОВЫ ОПЫТНОГО ДЕЛА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к практическим занятиям

для студентов факультета СПО

по специальности 35.02.05 Агрономия

Брянская область

2020

УДК 631 (076)

ББК 41.4

Н 34

Наумова, М. П. Основы опытного дела: учебно-методическое пособие к практическим занятиям для студентов факультета СПО по специальности 35.02.05 Агротехнология / М. П. Наумова, О. В. Мельникова. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. – 36 с.

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с программой подготовки специалистов среднего звена по дисциплине Основы опытного дела.

По каждой теме дается перечень заданий, указываются конкретные задачи, последовательность и методы их решения и необходимые исходные материалы; прилагаются контрольные вопросы для самопроверки.

В пособии уделено внимание вопросам, решением которых занимаются специалисты агрономического профиля: изложены основы агрономических исследований, описаны методики планирования, закладки и проведения полевых опытов, приведены примеры статистической обработки результатов исследований, даны основные понятия и термины.

Рецензент: доктор с.-х. наук, профессор Дронов А.В.

Рекомендовано цикловой методической комиссией факультета СПО протокол № 6 от 1 июня 2020 года.

© Брянский ГАУ, 2020

© Наумова М.П., 2020

© Мельникова О.В., 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Тема 1. Основные понятия и термины.....	6
Тема 2. Виды и методы научных агрономических исследований.....	8
Тема 3. Основные элементы методики полевого опыта.....	11
Тема 4. Разработка схем опыта.....	14
Тема 5. Наблюдения и учеты в опытах. Документация и отчетность полевому опыту.....	19
Тема 6. Дисперсионный анализ данных полевого однофакторного опыта.....	22
ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	28
ТОЛКОВЫЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ.....	30
УСЛОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ...	34

ВВЕДЕНИЕ

Цель и задачи дисциплины

Ц е л ь - формирование знаний и умений по методам агрономических исследований, планированию, технике закладки и проведению эксперимента, проведению статистической оценки полученных результатов опытов, разработке научно-обоснованных выводов.

З а д а ч и:

- изучить методы исследований и закладки опытов в научной агрономии;
- овладеть знаниями и навыками выбора, подготовки земельного участка полевого опыта;
- изучить особенности агротехники, методику наблюдений, анализов и учетов при проведении опыта;
- освоить практические навыки проведения дисперсионного анализа данных полевого опыта;
- овладеть навыками и знаниями по организации и проведению полевых опытов в условиях производства.

Содержание дисциплины ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей ППССЗ по специальности 35.02.05 Агрономия и овладение **профессиональными компетенциями (ПК)**

ПК 1.1. Выбирать агротехнологии для различных сельскохозяйственных культур.

ПК 2.1. Повышать плодородие почв.

ПК 2.2. Проводить агротехнические мероприятия по защите почв от эрозии и дефляции.

ПК 3.3. Контролировать состояние продукции растениеводства в период хранения.

ПК 4.2. Планировать выполнение работ исполнителями.

В процессе освоения дисциплины у студентов формируются общие компетенции (ОК):

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **уметь:**

- спланировать основные элементы методики полевого опыта;
- заложить и провести вегетационный или полевой опыт;
- составить и обосновать программу и методику проведения полевых и лабораторных наблюдений и анализов;
- составлять отчет о проведении научно-исследовательской работы;
- провести испытания новых агротехнических приемов и технологий в условиях производства;

знать:

- основные методы агрономических исследований;
- этапы планирования эксперимента;
- правила составления программы наблюдений и учетов;
- методику закладки и проведения полевого опыта;
- методику учета урожая сельскохозяйственных культур в опыте;
- порядок ведения документации и отчетности;
- сущность и основы дисперсионного анализа и его применение в агрономических исследованиях;
- применение ЭВМ в опытном деле.

Знания, полученные при изучении дисциплины, используются:

при организации научно-исследовательской работы студентов с целью подготовки выпускной квалификационной работы, а также во время прохождения учебной и производственной практик.

Тема 1. Основные понятия и термины

Литература

1. Солодун В.И. История и методология научной агрономии [Электронный ресурс]. Иркутск: Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, 2019. 101 с.
 2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
 3. Минькач Т.В. Основы научных исследований в селекции и растениеводстве: практикум. Дальневосточный ГАУ, 2019.
 4. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Научные основы агрономии: учебное пособие для СПО. СПб.: Лань, 2020. 348 с.
-

Цель занятия:

1. Иметь представление об особенностях науки.
2. Уяснить смысл и значение теоретических основ агрономических исследований.
3. Познакомиться с основными понятиями, терминами и символами, применяемыми в научной агрономии.

Задание:

1. Изучить основные понятия, применяемые в агрономических исследованиях.
2. Дать краткую характеристику терминам научных исследований в области агрономии.
3. Понимать суть и значение научно-исследовательских программ для реализации задач в отрасли растениеводства.

Пояснения

Современная сельскохозяйственная наука России представляет собой неотъемлемую часть важнейшей отрасли народного хозяйства, без развития которой немислимо увеличение производства растениеводческой продукции для обеспечения возрастающих потребностей населения страны.

Агрономия – комплексная наука. Она занимается разработкой теоретических основ и агротехнических приемов дальнейшего повышения продуктивности культурных растений и улучшения качества урожая. Для решения этих задач необходимо постоянное расширение научных знаний, нахождение способов направленного изменения растений, выведение новых форм и сортов сельскохозяйственных культур, наиболее приспособленных к условиям среды, и изменение условий среды в соответствии с требованиями растений. Это достигается научно-исследовательской работой, изучением биологии культурных растений и приемов возделывания, изысканием новых возможностей повышения продуктивности земледелия.

Наука формируется в результате длительной исследовательской деятель-

ности людей. Исследование – это вид познавательной деятельности человека с целью приобретения новых знаний. Научное исследование в отличие от других видов исследования характеризуется: полнотой, достоверностью, объективностью, воспроизводимостью, доказательностью, точностью.

Первоосновой теоретических исследований служит наблюдение, опыт, а обобщение экспериментальных данных развивает теорию.

Выполнение задания

1. Дать краткую характеристику понятиям и терминам

Опытное дело в агрономии _____

Опытное поле – _____

Опыт – _____

Варианты опыта – _____

Контрольный вариант – _____

Схема опыта - _____

Опытная делянка – _____

Повторность опыта – _____

Повторение – _____

Методическая достоверность опыта – _____

Статистическая достоверность опыта - _____

Ошибка (погрешность) опыта- _____

Точность опыта – _____

Дата _____

Подпись преподавателя _____

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются особенности науки?
2. Что является объектом и предметом научного исследования в агрономии?
3. Какое различие между повторностью и повторением?
4. Что называют схемой опыта и какие варианты она включает?
5. Чем отличается полевой опыт от производственного опыта?

Тема 2. Виды и методы научных агрономических исследований

Литература

1. Солодун В.И. История и методология научной агрономии [Электронный ресурс]. Иркутск: Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, 2019. 101 с.
 2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
 3. Минькач Т.В. Основы научных исследований в селекции и растениеводстве: практикум. Дальневосточный ГАУ, 2019.
 4. Торилов В.Е., Мельникова О.В. Научные основы агрономии: учебное пособие для СПО. СПб.: Лань, 2020. 348 с.
-

Цель занятия:

1. Уяснить, как формировались основные направления и виды исследований, направленные на объяснение явлений и закономерностей, происходящих в агрономии.
2. Познакомиться с общими принципами полевого сельскохозяйственного эксперимента.

Задание:

1. Знать основные виды научных исследований, их цели, отличительные особенности, подходы, направленные на объяснение и понимание происходящих в агрономии процессов.
2. Знать методы агрономических исследований.
3. Изучите основные требования, предъявляемые к проведению полевых опытов.

Пояснения

Сельскохозяйственный полевой опыт – это исследование, осуществлённое в естественных условиях на специально выделенном земельном участке с целью установления влияния различных факторов в формировании урожая и качества продукции.

В условиях полевого опыта происходит связь науки и практики.

Философскую основу планирования эксперимента («умное решение») составляют 4 подхода, причем многие исследователи предпочитают два центральных:

- Благородный путь чистых размышлений с решением в итоге не более, чем псевдопроблем, за исключением философии или фундаментальных теоретических разработок, результаты которых могут быть оценены последующими поколениями.

- Легкий путь подражания уже известному, или копирование схем.

- Конъюнктурный путь корректировки чужих схем или «подгонки» старого содержания под новую «повестку дня».

- Тернистый и горький путь собственных проб и ошибок.

Результаты полевых опытов представляют собой основу для использования различных агротехнических и агроэкологических приёмов в практике сельскохозяйственного производства.

Выполнение задания

Научное исследование – _____

Охарактеризовать:

1. Виды научных исследований с указанием примеров

Фундаментальные исследования – _____

Прикладные исследования в агрономии. _____

Планирование опыта – _____

2. Методы исследований в научной агрономии

Лабораторный метод _____

Вегетационный метод _____

Лизиметрический метод _____

Вегетационно-полевой метод _____

Полевой метод _____

Демонстрационные опыты _____

Экспедиционный метод _____

3. Требования к планированию и проведению опытов

1. Принцип единственного логического различия. _____

2. Правило целесообразности _____

3. Типичность опыта _____

4. Пригодность условий для опыта _____

5. *Воспроизводимость результатов опыта* _____

6. *Учёт урожая и сопутствующих показателей* _____

7. *Тщательное ведение документации* _____

8. *Определение достоверности различий и точности опыта* _____

Дата _____

Подпись преподавателя _____

Контрольные вопросы

1. Что такое научное исследование?
2. Какой из специальных методов является наиболее распространенным в агрономических исследованиях?
3. Каковы условия применения вегетационного и лизиметрического методов?
4. Основные требования к постановке и проведению полевого опыта.
5. Что такое принцип единственного логического различия?
6. Что представляет собой принцип целесообразности?

Тема 3. Основные элементы методики полевого опыта

Литература

1. Солодун В.И. История и методология научной агрономии [Электронный ресурс]. Иркутск: Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, 2019. 101 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Минькач Т.В. Основы научных исследований в селекции и растениеводстве: практикум. Дальневосточный ГАУ, 2019.
4. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Научные основы агрономии: учебное пособие для СПО. СПб.: Лань, 2020. 348 с.

Цель занятия:

1. Уяснить принципы и роль элементов методики полевого опыта и методов размещения вариантов в опыте при планировании эксперимента.

2. Уметь использовать полученные навыки при исследовании агротехнических приемов возделывания полевых культур.

Задание:

1. Изучить основы методики полевого опыта.
2. Составить представление об элементах методики полевого опыта.
3. Понять суть методов размещения вариантов в опыте.

Пояснения

Особое внимание при разработке методики полевого опыта следует обратить на правильное сочетание основных элементов методики и в зависимости от целей исследования, схемы опыта, земельного участка и технических возможностей установить наиболее рациональное направление, форму и площадь делянки, повторность, систему расположения повторений, делянок и вариантов.

Выполнение задания

1. Дать характеристику элементов методики полевого опыта

Число вариантов в опыте: _____

Число контролей и их частота: _____

Размеры опытных делянок: _____

Защитные полосы – _____

Форма делянок и их ориентация на местности: _____

Повторность в опыте. _____

2. Методы размещения вариантов в опыте

Метод размещения вариантов – это _____

Схема классификации методов размещения вариантов в опытах

С л у ч а й н ы й м е т о д . _____

С и с т е м а т и ч е с к и й м е т о д . _____

С т а н д а р т н ы й м е т о д . _____

ямб-метод _____

дактиль-метод _____

Метод латинского квадрата – _____

Л а т и н с к и й п р я м о у г о л ь н и к _____

Дата _____

Подпись преподавателя _____

Контрольные вопросы

1. Для чего изучают историю поля перед закладкой опыта?
2. Что представляют собой уравнительные и рекогносцировочные посевы и для чего их используют?
3. Какие этапы включает закладка полевого опыта?
4. Каковы особенности проведения полевых работ в опыте?

Тема 4. Разработка схем опыта

Литература

1. Солодун В.И. История и методология научной агрономии [Электронный ресурс]. Иркутск: Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, 2019. 101 с.
 2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
 3. Минькач Т.В. Основы научных исследований в селекции и растениеводстве: практикум. Дальневосточный ГАУ, 2019.
 4. Торилов В.Е., Мельникова О.В. Научные основы агрономии: учебное пособие для СПО. СПб.: Лань, 2020. 348 с.
-

Цель занятия

1. Уметь ставить цели и задачи, а также правильно подбирать доказательную основу, подтверждающую достоверность выносимых теорий, выводов, рекомендаций.
2. Уметь применять полученные в ходе изучения дисциплины навыки при исследовании наиболее значимых объектов в области агрономии.

Задание:

1. Рассмотреть особенности разработки и планирования научного исследования.
2. Понимать суть и значение научно-исследовательских программ для реализации задач в агрономии. Разработать программу исследований в опыте.
3. Составить схему полевого опыта (по заданию преподавателя).

Пояснения

Надежность результатов эксперимента и соответствие их поставленной задаче зависят от правильного решения основного вопроса планирования – разработки рациональной схемы полевого опыта.

Основная задача при планировании опыта – поиск оптимальных условий роста растений для повышения урожая и улучшения его качества.

При планировании схем следует иметь в виду: 1) варианты в однофакторном опыте могут различаться качественно: опыты по изучению и сравнительной оценке сортов и культур, способов посева и обработки почвы, предшественников, разных форм удобрений, пестицидов и т.п. 2) варианты в опыте могут иметь количественные градации изучаемых факторов: опыты с дозами удобрений, нормами посева семян, глубиной обработки почвы и т.п.

Планирование опыта – это выбор минимального числа вариантов, а также выбор условий проведения опыта для их оптимизации.

Полевые опыты сопровождаются однократными и периодическими количественными и качественными наблюдениями за растениями и условиями внешней среды.

В каждом опыте должна быть разработана программа исследований. Программа исследований в опытах зависит от того, что является объектом исследований (почва, севооборот, сорт, семена, удобрения и т.д.), направления исследований и специфики опыта.

В программе исследований указывают:

- схему полевого опыта или нескольких опытов;
- условия проведения исследований;
- элементы методики и план эксперимента;
- технику закладки и проведения опытов;
- сопутствующие наблюдения, их методику и объем работы;
- продолжительность проведения исследований;
- методы статистического анализа экспериментального материала.

Схема должна иметь все градации фактора, позволяющие выявить в эксперименте как лучшие варианты, так и те, в которых эффект только проявляется или снижается.

Необходимо правильно выбрать шаг эксперимента, который должен быть не очень большим, чтобы не потерять промежуточные эффективные варианты, и не очень маленьким, чтобы не включать в опыт ненужные варианты и не усложнять работу. Как правило, выбирают шаг эксперимента, при котором разность между соседними вариантами превышает ошибку опыта и который обеспечивает проявление различий, существующих в природе.

Варианты в схеме однофакторного опыта располагают в определенной последовательности: первым ставят контроль, а последующие варианты пишут в порядке возрастания градаций фактора.

Обязательным для каждого опыта является статистический анализ результатов основных учетов в опыте.

Тема исследования должна быть актуальна для теории и практики.

Выполнение заданий

1. Охарактеризовать особенности разработки и планирования научного исследования.

Исследуемый фактор в опыте _____

Количество вариантов в опыте _____

Схема опыта – _____

Опытный вариант – _____

Контроль (стандарт) – _____

2. Составить схему однофакторного полевого опыта
(по заданию преподавателя)

Темы исследований

1. Изучить влияние четырех доз минеральных удобрений на урожай яровой пшеницы Ирень. Контрольный вариант - без удобрений.

2. Изучить влияние трех способов углубления пахотного слоя серой лесной почвы после яровой пшеницы на урожай кукурузы. За контрольный вариант принять вспашку 20 см.

3. Изучить влияние трех способов основной обработки почвы после занятого пара на урожай озимой ржи на серой лесной почве Центрального региона. За контрольный вариант принять рекомендуемую в этом регионе систему обработки почвы.

4. Из пяти норм высева озимой пшеницы Памяти Федина установить наиболее эффективную для среднесуглинистой серой лесной почвы Брянской области. В контрольном варианте взять норму высева 5 млн. всхожих семян на один гектар.

5. Изучить эффективность применения навоза и минеральных удобрений при основной обработке почвы под ячмень. Контрольный вариант – без удобрений.

6. На дерновоподзолистой почве Брянской области установить влияние повышенных доз минеральных удобрений на урожай озимой ржи Навозыбковская 150. Схему опыта составить из пяти вариантов. В контрольном варианте предусмотреть посев озимой ржи без удобрений.

7. На легких дерновоподзолистых почвах Брянской области изучить влияние доз минеральных удобрений на урожай картофеля Журавинка и Ласунок. Схему опыта составить из шести вариантов. В контрольном варианте взять сорт Ласунок и рекомендуемые в указанных условиях дозы НРК.

8. Провести сравнительную оценку сортов озимой пшеницы выращиваемых в условиях Центрального региона. В качестве контрольного варианта взять сорт Московскую 39..

9. Изучить влияние норм посадки на урожай картофеля сорта Журавинка. Схема опыта из трех вариантов. За контрольный вариант принять рекомендуемую в этом регионе норму посадки 55 тыс. растений на один гектар.

10. В условиях Брянской области изучить влияние сроков посева озимой тритикале Консул на рост, развитие и урожайность. Схема опыта из четырех вариантов. За контрольный вариант принять рекомендуемый в этом регионе срок посева 1-10 сентября.

11. Установить эффективную глубину зяблевой вспашки после кукурузы под ячмень на черноземах обыкновенных карбонатных среднегумусовых. Общее число вариантов должно быть равно шести. За контрольный вариант принять рекомендуемую в этом регионе глубину зяблевой вспашки под ранние яровые зерновые культуры.

12. Изучить на обыкновенном черноземе влияние систем зяблевой обработки почвы после ячменя и глубины посева на урожай овса. В схеме опыта предусмотреть изучение возможности исключения основной обработки и замены ее весенней предпосевной поверхностной обработкой. Общее число вариантов не менее 6. За контрольный вариант принять рекомендуемую в условиях Брянской области систему основной обработки почвы и глубину посева овса.

13. Изучить влияние предшественников на засоренность посевов и урожайность озимой ржи Таловская 15 в условиях Брянской области. В схему опыта включить пять вариантов. За контрольный вариант принять рекомендуемый в этом регионе предшественник – занятый пар.

Выполнение задания

(индивидуально)

1. Наименование культуры
 2. Формулировка темы исследования _____
 3. Цель исследования _____
 4. Четкая формулировка задачи опыта _____
 5. Объект исследования (культура, сорт, нормы и срок посева и т.д.) _____
 6. Характеристика земельного участка под опыт. Его расположение, и выравниваемость по плодородию почвы, размеры, предшественник.
Под опыт выделен _____
 7. Схема опыта _____
 - число вариантов (согласно схеме опыта) _____
 - площадь и размеры учетной делянки и всей опытной делянки _____
- Способ посева культуры _____

Ширина учетной делянки подбирается учитывая ширину захвата сельскохозяйственных машин и орудий, ширину захвата агрегата, планируемых для работ на опытном поле, пестроту почвенного плодородия.

Длина учетной делянки _____

Ширина опытной делянки _____

Длина опытной делянки _____

Площадь опытной делянки общая _____ м², учетная _____ м²..

Повторность опыта (количество повторений) _____

Схематический план размещения полевого опыта. Указать все размеры: длину, ширину опытной делянки и ее учетной части, длину и ширину всего участка, дорог, номера делянок, вариантов и повторений. Делянки располагать, учитывая рельеф и другие условия.

Схематический план полевого опыта



Дата _____

Подпись преподавателя _____

Контрольные вопросы

1. Особенности схем однофакторного и многофакторного опытов. Понятие факториальности.
2. Особенности ориентации делянок на территории опытного участка.
3. Как установить повторность в полевом опыте?
4. Какие этапы включает закладка полевого опыта?

Тема 5. Наблюдения и учеты в опытах. Документация и отчетность по полевому опыту

Литература

1. Солодун В.И. История и методология научной агрономии [Электронный ресурс]. Иркутск: Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, 2019. 101 с.
 2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
 3. Минькач Т.В. Основы научных исследований в селекции и растениеводстве: практикум. Дальневосточный ГАУ, 2019.
 4. Торилов В.Е., Мельникова О.В. Научные основы агрономии: учебное пособие для СПО. СПб.: Лань, 2020. 348 с.
-

Задание:

1. Пользуясь рекомендуемой литературой и пояснениями изучить материал по теме.
2. В соответствии с индивидуальным заданием сформулировать тему, разработать схему и структуру полевого опыта, исходя из задачи и условий, поставленных в одном из приведенных ниже заданий.

Пояснения

Проведение полевого опыта сопровождается определенными исследованиями, которые можно разделить на две группы: наблюдения и учеты, позволяющие анализировать условия жизни растений, и наблюдения и учеты, характеризующие процессы формирования урожая.

1. Перечень основных и вспомогательных **наблюдений** и учетов зависит от направления исследования и специфики опыта.

Общепринятым и обязательным является: 1) фиксирование дат прохождения фенологических фаз развития изучаемых в опыте растений; 2) анализ погодных условий (выпадение осадков в течение вегетационного периода, температурный режим в течение вегетации растений). Обязательно следует учитывать экстремальные факторы погоды, которые могут значительно повлиять на формирование урожая.

Чтобы получить надежные данные, следует указать конкретно, что будет проводиться по каждому виду наблюдений и учетов:

- фенологические наблюдения;
- метеорологические наблюдения;
- изучение агрофизических свойств почвы;
- определение агрохимических показателей почвы;
- фитопатологические учеты;
- энтомологические учеты;
- оценка посевов и учет биометрических показателей.

Сроки наблюдений и отбора образцов приурочивают к фенологическим фазам развития растений или проводят наблюдения через одинаковые промежутки времени – раз в декаду, раз в месяц или каждые 2-3-5 дней. Сроки и частоту наблюдений устанавливают в каждом конкретном опыте.

При проведении полевых опытов число отбора образцов (проб) должно быть таким, чтобы обеспечить достаточную точность учетов и наблюдений. В опытах с полевыми культурами Б.А. Доспехов (1985) рекомендует отбирать 6-8 проб на делянке площадью менее 100 м², 8-10 проб на делянке площадью 100-200 м² и 15-20 проб на делянке площадью более 200 м².

2. Учет урожая. Перед уборкой нужно осмотреть опытный участок и, при необходимости, сделать выключки.

Выключка - часть учетной делянки, исключенная из учета вследствие случайных повреждений или ошибок. Основания для выключек и браковки делянок:

- 1) повреждения, вызванные стихийными явлениями;
- 2) потравы скотом, птицей, грызунами и пр.;
- 3) грубые ошибки при закладке или проведении опыта.

Методы учета урожая: *сплошной* – урожай с каждой делянки убирают и взвешивают. Он считается основным методом учета урожая в полевом опыте.

пробными площадками – взвешивают урожай с пробных площадок;

пробными снопами – взвешивают весь сырой (биологический) урожай, а для расчета товарной доли (сено, семена) отбирают сноп и результаты переводят по пропорции на весь урожай с делянки.

- определение физических показателей качества полученного урожая;
- анализ сноповых образцов;
- определение химико-технологических показателей.

Документация и отчетность по полевому опыту

Объективность и обоснованность анализа результатов исследований в значительной степени зависят от правильного ведения научной документации и надежного его хранения.

Документация полевого опыта по возможности должна быть полной по содержанию, объективной, точной, своевременной, по возможности лаконичной и однотипной.

Основу всего учета и отчетности составляет **первичная документация**: протокол научного исследования, или паспорт опыта и текущие документы: дневник исследований и журнал опыта.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности проведения полевых работ в опыте?
2. Каковы принципы планирования наблюдений и анализов в полевом опыте?
3. Почему метеорологические наблюдения и агрохимические показатели почвенной среды являются важными для полевого опыта?
4. Почему в опытах по изучению полевых культур целесообразно учитывать засоренность посевов и проводить фитопатологические и энтомологические учеты?
5. В каких опытах обязательно планируют фенологические наблюдения?
6. Что такое биометрические показатели в полевых опытах с растениями?

Тема 6. Дисперсионный анализ данных полевого однофакторного опыта

Литература

1. Солодун В.И. История и методология научной агрономии [Электронный ресурс]. Иркутск: Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, 2019. 101 с.
 2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
 3. Минькач Т.В. Основы научных исследований в селекции и растениеводстве: практикум. Дальневосточный ГАУ, 2019.
 4. Торигов В.Е., Мельникова О.В. Научные основы агрономии: учебное пособие для СПО. СПб.: Лань, 2020. 348 с.
-

Цель занятия:

1. Познакомиться с особенностями проведения дисперсионного анализа данных однофакторного полевого опыта с однолетними культурами.
2. Уметь применять полученные навыки при исследовании причинно-следственных связей в агрономических опытах.

Задание:

1. Изучить дисперсионный анализ данных однофакторного полевого опыта проведенного методом организованных-рэндомизированных повторений.
2. Освоить практические навыки проведения дисперсионного анализа данных полевого опыта.

Пояснения

В результате опытной работы агроном-исследователь получает большое количество данных, без систематизации и всестороннего анализа которых не удастся извлечь заключенную в них информацию, открыть законы, по которым происходит формирование урожая сельскохозяйственных культур.

При проведении исследований, связанных с ростом и развитием сельскохозяйственных культур в естественных условиях (полевые опыты) или в близких к ним (вегетационный и лизиметрический опыты), ученый получает большое количество цифр, что объясняется разной реакцией растительных организмов, имеющих неодинаковые силы, на изменение факторов внешней среды.

При изучении причинно-следственных отношений между явлениями особенно ценным оказался метод дисперсионного анализа, предложенный английским ученым Р.А. Фишером. (1925) и усовершенствованный его последователями. Этот метод основан на разложении общей дисперсии статистического (дисперсионного) комплекса на составляющие компоненты (отсюда и название метода), сравнивая которые друг с другом посредством F- критерия, можно определить долю общей вариации изучаемого (результативного) признака, обусловленную действием на него как регулируемых, так и не регулируемых в опыте факторов.

В полевом опыте, размещенном методом рэндомизированных повторений, урожай изменяется в зависимости от вариантов, повторностей, а также случайных причин (изменения окружающей среды или индивидуальная изменчивость самих растений). Эти причины влияют на ошибку опыта. Английский математик Р. Фишер выразил эти изменения суммами квадратов следующих рассеиваний: вариантов C_v ; повторений C_p ; ошибки C_z . Их сумма и является суммой квадратов общего рассеивания: $C_y = C_v + C_p + C_z$.

Выполнение задания 1

(дать ответы на вопросы по данной теме)

Сущность дисперсионного анализа – _____

Ценность дисперсионного анализа – _____

Критерий достоверности Фишера ($F_{факт}$) – _____

Нулевая гипотеза ($H_0:d=0$) _____

Дисперсия (S^2)- _____

Дисперсионный анализ полевого опыта проводится по схеме, которая зависит от метода размещения повторений и факториальности. Для однофакторных полевых опытов, размещенных методом рендомизированных повторений с полным набором данных, такой схемой может служить следующий порядок операций.

1. Исходные данные группируют в виде комбинационной таблицы таким образом, чтобы градации регулируемого фактора располагались по вертикали, образуя столбцы, а значения резульативного признака, т.е. варианты – по горизонтали. Затем вычисляют суммы и средние по каждой градации факторы, определяют среднюю арифметическую всего опыта.

2. Вычисляют суммы квадратов отклонений по повторениям и вариантам от произвольной величины А.

3. Вычисляют суммы квадратов рассеиваний общего (C_y), повторений (C_p), вариантов (C_v) и ошибки (C_z).

4. Вычисляют число степеней свободы: общего рассеивания, вариантов, повторений, остатка.

5. Составляют таблицу дисперсионного анализа.

6. Определяют ошибку разности (S_d) и вычисляют наименьшую существенную разность (НСР).

Формулы, необходимые для проведения дисперсионного анализа:

....Условно средняя (число близкое к средней величине по урожайности по опыту- \bar{x}) А _____

общее число наблюдений в опыте $N=ln$ _____

Общее число степеней свободы ($N-1$), расчленяется на два компонента: число степеней свободы для варианта ($l-1$) и число степеней свободы для случайного варьирования - ($N - l$) остатка

$$N-1 = (l-1) + (N - l),$$

где: N – общее число наблюдений;

l – число вариантов

Корректирующий фактор (поправка) $C =$ _____

Сумма квадратов отклонений:

общая сумма квадратов $C_y = C_v + C_z$ _____

....сумма квадратов повторений $C_p =$ _____

сумма квадратов для вариантов $C_v =$ _____

сумма квадратов для ошибки (остатка) $C_z =$ _____

Отнесением суммы квадратов отклонений к числам степеней свободы получают дисперсии, которые служат оценками соответствующих генеральных параметров

дисперсия общая комплекса $S_y^2 =$ _____

дисперсия вариантов $S_v^2 =$ _____

дисперсия ошибки $S_z^2 =$ _____

Расчетный критерий Фишера $F =$ отношению дисперсии вариантов к дисперсии остатка. Он служит критерием оценки влияния на признак регулируемых в опыте факторов.

Наименьшая существенная разность - величина, указывающая границу предельным случайным отклонениям.

Если фактическая разность между средними арифметическими больше НСР, то она существенна, т.е. значима, а если меньше – несущественна, незначима.

Чтобы определить НСР, необходимо по данным дисперсионного анализа вычислить:

обобщенную ошибку средней опыта $S_{\bar{x}} =$ _____

ошибку разности средних $S_d =$ _____

Наименьшая существенная разность (НСР) определяется по формуле: НСР = $t \times S_d$. Значение критерия t для 5-% и 1-% уровня значимости следует брать из приложений _____

7. Заполняют итоговую таблицу результатов опыта и статист. обработки.
8. Сделать вывод в соответствии с полученными результатами по опыту.

Пример. В условиях полевого опыта изучали сорта озимой пшеницы. Провести дисперсионный анализ данных опыта, определить НСР₀₅, сделать выводы.

Решение:

Урожайность озимой пшеницы, ц/га

Предшественник	Повторения, X				Сумма по варианту V	Средние по вариантам
	1	2	3	4		
Московская 39	47,8	46,9	45,4	44,1		
Памяти Федина	53,7	50,3	50,6	48,0		
Ангелина	46,7	42,0	43,4	40,7		
Галина	48,0	47,0	45,9	45,7		
Мироновская 808	41,8	40,0	43,0	41,6		
Сумма по повторениям, Σ P						

Правильность расчетов проверяют по равенству - $\Sigma P = \Sigma V = \Sigma x =$

Таблица преобразованных дат (A=)

Варианты	$X_1 = X - A$				Суммы V
	1	2	3	4	
1st					
2					
3					
4					
5					
Σ P					

Правильность расчетов проверяют по равенству - $\Sigma P = \Sigma V = \Sigma X_1 =$

Вычисляем суммы квадратов отклонений в такой последовательности:

Общее число наблюдений: $N = l \cdot n =$

Корректирующий фактор: $C = (\Sigma X_1)^2 : N =$

Суммы квадратов отклонений:

общая $C_y = \sum X_1^2 - C =$

повторений $C_p = \sum P^2 : l - C =$

вариантов $C_v = \sum V^2 : n - C =$

остатка $C_z = C_y - C_v - C_p =$

Дисперсия вариантов $S_v^2 = C_v : V_v =$ _____

Дисперсия ошибки $S_z^2 = C_z : V_z =$ _____

Критерий Фишера фактический $F_{\text{факт}} = S_v^2 / S_z^2 =$ _____

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Суммы квадратов	Степени свободы, ν	Средний квадрат S^2	F факт.	F ₀₅
Общая		$N-1 =$	-	-	-
Повторений					
Вариантов		$l-1 =$	$S_v^2 =$		
Остаток (ошибки)		$N-l =$	$S_z^2 =$	-	-

Значение критерия F находим по приложению для 4 степеней свободы дисперсии (числитель) и 12 степеней свободы дисперсии ошибки (знаменатель). Так как $F_{\text{факт}}$ больше $F_{\text{теорет}}$, нулевая гипотеза отвергается и в опыте есть существенные различия между вариантами.

Для оценки существенности частных различий и группировки вариантов (сортов) вычисляют ошибку опыта, ошибку разности средних и НСР₀₅ в абсолютных и относительных величинах:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S_z^2}{n}} =$$

$$S_d = \sqrt{\frac{2S_z^2}{n}} =$$

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \cdot S_d \text{ (ц/га)} =$$

$$\text{НСР}_{01} = t_{01} \cdot S_d / \bar{x} \times 100(\%) =$$

Теоретическое значение критерия $t_{05} =$ _____ находим по приложению для 12 степеней свободы остатка.

Результаты опыта и статистической обработки записываем в таблицу

Урожай озимой пшеницы, ц/га

Варианты, сорта	Урожай	Отклонения от стандарта	
		ц/га	%
Московская 39			
Памяти Федина			
Ангелина			
Галина			
Мироновская 808			
НСР ₀₅			

Выводы:

Дата _____

Подпись преподавателя _____

Контрольные вопросы

1. Что такое дисперсия?
2. Что означает критерий Фишера и как его вычисляют?
3. В чем сущность дисперсионного анализа данных полевого опыта?
4. Что такое НСР и что она показывает?

Вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Сущность научного исследования и его виды.
2. Перечислить основные компоненты эксперимента.
3. Классификация опытов (методов) агрономических исследований.
4. Требования к полевому опыту.
5. Проблемы подготовки земельного участка.
6. Оптимальная форма делянки, повторения и земельного участка под опыт.
7. Как размещаются повторения и делянки в полевым опыте и как определить их число.
8. Оптимальная площадь делянки и принцип ее ориентации. Посевная, опытная и учетная делянки. Как определить ширину защиток.

9. Современные методы размещения вариантов в полевом опыте и суть рендомизации.
10. Возможные схемы систематического блока с 5 вариантами в 4-кратной повторности.
11. Ваше мнение о точности опыта, в котором средняя урожайность равна 45 ц/га, а НСР₀₅ – 15 ц/га (урожайность 450 ц/га, а ошибка – 0,45 ц/га).
12. В опыте изучаются нормы высева яровой пшеницы. Как провести посев – вдоль или поперек делянок (укажите на схеме)?
13. Преимущества и недостатки вытянутой (удлиненной) и квадратной формы делянок в полевом опыте.
14. Требования к полевым работам на опытном участке.
15. «за» и против» использования пробных площадок одной делянки в качестве повторности.
16. Метод размещения 4-х вариантов опыта около лесной полосы (покажите схематично).
17. В каких случаях рекомендуют размещать опыты латинским квадратом (прямоугольником)?
18. Что такое схема опыта? Пример схемы однофакторного и двухфакторного опыта 3х3.
19. Возможна ли статистическая оценка данных опыта, в котором нарушена агрономическая сущность изучаемых приемов (пример)?
20. Основные этапы планирования эксперимента. План размещения 6-ти вариантов в 5-ти рендомизированных повторениях.
21. Основные принципы планирования наблюдений и учетов в опыте.
22. Что понимают под техникой закладки полевого опыта?
23. Методы учета урожая в полевом опыте (классификация).
24. Как следует понимать принцип единственного различия в опыте?
25. Принципы планирования наблюдений и учетов в опыте
26. Основные документы полевого опыта. Структура научного отчета.
27. Основные требования к схеме однофакторного опыта. Шаг варьирования.
28. Влияние элементов полевого опыта на его точность.
29. Изучение и подготовка участка для полевого опыта. Требования к полевым работам на опытном участке.
30. Чем определяется оптимальная площадь делянки?
31. Составляющие элементы методики научной агрономии (техники полевого опыта).

ТОЛКОВЫЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ

Асимметричное распределение - распределение, отличающееся от нормального увеличением частот правой или левой части вариационной кривой.

Блок - часть повторения, компактная группа нескольких делянок опыта; в зарубежной литературе термин применяется как для обозначения обычных повторений, так и собственно блоков — неполных повторений.

Вариант опыта - изучаемое растение, сорт, условия возделывания, агротехнический прием или их сочетание.

Вариабельность - свойство условных единиц-растений, урожаев на параллельных делянках полевого опыта и т.п. отличаться друг от друга даже в однородных совокупностях.

Вариационный ряд - ряд данных, в которых указаны значения варьирующего признака в порядке возрастания или убывания и соответствующие им численности объектов - частоты.

Вероятность - мера объективной возможности события, отношение числа благоприятных случаев к общему числу всех возможных случаев. Обозначается вероятностью буквой *P*.

Выключка - часть учетной делянки, исключенной из учета вследствие случайных повреждений или ошибок, допущенных при проведении опыта.

Гипотеза – научное предположение, истинное значение которого неизвестно.

Делянка опытная - элементарная единица полевого опыта, часть площади опыта, имеющая определенный размер и форму и предназначенная для размещения отдельного варианта.

Делянка учетная - часть площади опытной делянки, предназначенной для учета урожая (без боковых и концевых защиток).

Дисперсия выборочная - показатель вариации, изменчивости изучаемого признака.

Дисперсионный анализ - метод анализа результатов эксперимента, заключающийся в разложении общей изменчивости результативного признака, например урожая, на части — компоненты, соответствующие повторениям, вариантам, ошибкам случайного порядка и т. д. Значимость действия и взаимодействия изучаемых факторов оценивают по *F-критерию* и *HCP₀₅* и *HCP₀₁*.

Достоверность опыта - правильно спланированные и реализованные схема и методика проведения опыта, соответствие их поставленным перед исследователем задачам, правильный выбор объекта, условий проведения опыта и метода статистической обработки данных.

Дробный учет - учет урожая рекогносцировочного посева одинаковыми (10 – 50 - 100 м²) делянками.

Защитная полоса, защитка - краевые (боковые и концевые) части делянок, которые не подвергаются учету и служат для исключения влияния растений соседних вариантов, для предохранения учетной части делянки от случайных повреждений, для разворота машин и орудий и т. п.

Значимость (существенность) - мера объективной возможности (риск)

сделать ошибочное заключение при оценке результатов опыта. При оценке результатов полевого опыта принято опираться на 5 %-ный уровень значимости, при котором риск сделать ошибочное заключение составляет 5 %. При более строгой оценке принимают 1 %-ный уровень значимости.

Изменчивость - вариабельность, вариация, колеблемость индивидуальных значений признаков X около среднего значения x . Основной мерой изменчивости является дисперсия S^2 и стандартное отклонение S .

Контроль (стандарт) - один или несколько вариантов, с которыми сравнивают опытные варианты.

Корректирующий фактор - поправка в дисперсионном анализе при расчете сумм квадратов отклонений от условной и средней произвольного начала. Обозначается буквой C .

Корреляционный анализ - статистический метод определения тесноты и формы связи между признаками.

Корреляция - взаимосвязь между признаками, заключающаяся в том, что средняя величина значений одного признака меняется в зависимости от изменения другого признака.

Коэффициент вариации (изменчивости) - относительный показатель изменчивости признака, представляет отношение среднего отклонения S к средней арифметической, выраженное в процентах. Обозначается буквой V .

Коэффициент детерминации - *дух* показывает процент (долю) тех изменений, которые в данном явлении зависят от изучаемого фактора; равняется квадрату коэффициента корреляции r^2 .

Критерий – это показатель, позволяющий судить о надежности выводов, подтверждающих или опровергающих статистическую гипотезу.

Латинский квадрат - схема рендомизированного (случайного) размещения вариантов в полевого опыта, в котором делянки располагаются рядами и столбцами (4x4, 5x5, 6x6 и т. д.). В каждом ряду и столбце должен быть полный набор вариантов схемы (повторения) и, следовательно, в латинском квадрате число повторений равно числу вариантов, и общее число делянок равно квадрату числа вариантов.

Латинский прямоугольник - схема рендомизированного (случайного) размещения вариантов в полевого опыта. В основе лежит латинский квадрат, который и определяет повторность опыта, число рядов и столбцов. Число вариантов должно быть кратным повторности (4x4x3), (повторность $n=4$, число вариантов $l=4$, $4x3=12$).

Методика полевого опыта - совокупность слагающих ее элементов: число вариантов, площадь делянок, их форма и направление, повторность, система размещения вариантов, повторений и делянок на территории, метод учета урожая, организация опыта во времени, а также метод статистического анализа данных.

Метод расщепленных (сложных) делянок - эксперимент, в котором делянки одного опыта используются как блоки для другого. Делянки первого порядка расщепляются на делянки второго порядка, а последние на более мелкие делянки третьего порядка. Метод расщепленных делянок с рендомизи-

рованным размещением вариантов используют для закладки многофакторных опытов.

Метод рендомизированных (случайных) повторений - эксперимент, в котором варианты по делянкам размещены в случайном порядке по таблице случайных чисел или по жребию. Это наиболее распространенный метод размещения вариантов.

Наименьшая существенная разность (НСР) - величина, указывающая границу возможных случайных отклонений в эксперименте; это та минимальная разность в урожаях между средними, которая в данном опыте признается существенной при 5%-ном ($НСР_{05}$) или 1%-ном ($НСР_{01}$) уровне значимости.

Ошибка опыта, выборки - мера расхождения между результатами выборочного исследования и истинным значением измеряемой величины. При обработке результатов полевого опыта методом дисперсионного анализа определяется обобщенная ошибка средних, выражаемая в тех же единицах измерения, что и изучаемый признак. Ошибка $S_{\bar{x}}$, выраженная в процентах от соответствующей средней, называется относительной ошибкой опыта или выборки ($S_{\bar{x}}\%$). В полевом опыте величина $S_{\bar{x}}\%$ часто без учета уровня урожайности используется в качестве показателя, характеризующего «точность полевого опыта».

Повторение - часть площади опытного участка, включающего делянки с полным набором вариантов схемы опыта.

Повторность - число одноименных делянок каждого варианта в данном полевом опыте. Повторность опыта во времени — число лет испытания агротехнических приемов или сортов.

Полевой опыт - исследование, осуществляемое в полевой обстановке на специально выделенном участке для оценки действия различных вариантов (сортов) на урожай растений и его качество.

Производственный опыт - комплексное исследование, которое проводится непосредственно в производственных условиях бригадами, отделениями, хозяйствами или группой хозяйств и отвечает конкретным задачам самого материального производства, его развития и совершенствования.

Уравнительный посев - сплошной посев одной культуры для повышения плодородия почвы участка, выбранного для закладки опыта.

Уровень значимости - риск сделать ошибочное заключение. В агрономических исследованиях допускается 5 и 1 %. Обозначается буквой P_I .

Рекогносцировочный посев (разведывательный) - сплошной посев одной культуры, предшествующий закладке полевого опыта и проводимый для выявления степени однородности (путемдробного учета урожая) почвенного плодородия на площади опыта.

Рендомизированное (случайное) размещение вариантов - такое расположение полевого опыта, когда порядок следования вариантов в каждом повторении определяется по жребию или таблице случайных чисел.

Систематическое размещение вариантов - порядок следования вариантов в каждом повторении подчиняется определенной системе (последовательно, в шахматном порядке).

Средняя арифметическая – основная статистическая характеристика вариационного ряда, являющаяся центром распределения, вокруг которого группируются все варианты статистической совокупности. Она определяет только среднее числовое значение и обозначается \bar{x} .

Стандартное размещение вариантов - такое расположение полевого опыта, когда контрольные варианты (стандарты) располагаются через 1-2 опытных варианта.

Схема опыта - совокупность опытных и контрольных вариантов, объединенных общей идеей.

Типичность (репрезентативность) - соответствие условий его проведения почвенно-климатическим и агротехническим условиям сельскохозяйственного производства данной зоны.

Точность опыта (относительная ошибка) - ошибка средней $S\bar{x}\%$, выраженная в процентах от соответствующей средней.

Учет урожая сплошной - метод учета урожая, при котором всю товарную часть продукции (зерно, клубни, волокно, сено и т. п.) взвешивают и учитывают со всей площади каждой учетной делянки полевого опыта.

Учет урожая по пробным снопам - метод учета урожая, при котором взвешивают и учитывают общую массу урожая со всей площади каждой учетной делянки, а товарную его часть (зерно, сено и т. п.) рассчитывают по данным учета с пробных снопов, отбираемых от общей массы урожая перед ее взвешиванием в поле.

Факториальный опыт (ПФЭ) - многофакторный опыт, схема которого включает всевозможные сочетания (комбинации) факторов, что позволяет установить действие и взаимодействие изучаемых факторов.

Число степеней свободы - число свободно варьирующих единиц и элементов в составе численно ограниченной совокупности. Обозначается буквой ν и в простейшем случае равно числу всех наблюдений минус единица $(n-1)$.

Шахматное размещение вариантов - разновидность систематического размещения, когда повторения в опыте располагаются в несколько ярусов и для более равномерного размещения вариантов по площади опыта расположение их в каждом ярусе сдвигается на частное от деления числа вариантов на число ярусов.

Ямб-метод - стандартное размещение вариантов, при котором опытный вариант чередуется со стандартом.

УСЛОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

- X – значение варьирующего признака;
 \bar{x} – средняя арифметическая;
 Σ – сумма;
 V – коэффициент вариации, изменчивости;
 $S_{\bar{x}}$ – ошибка средней арифметической;
 $S_{\bar{x}\%}$ – относительная ошибка средней арифметической;
 S_R – ошибка коэффициента регрессии;
 S_r – ошибка коэффициента линейной корреляции;
 S_d – ошибка разности между средними арифметическими
 S^2 – дисперсия, средний квадрат;
 S – стандартное отклонение, среднее квадратическое отклонение;
 d – разность между средними арифметическими;
 $t_{\text{факт.}}$ – критерий Стьюдента фактический (расчетный);
 P – уровень вероятности (значимости);
 $t_{0,05}, t_{0,01}$ – теоретические значения критериев Стьюдента для уровней вероятности $P_{0,05}$ и $P_{0,01}$;
 $F_{\text{факт.}}$ – критерий Фишера фактический (расчетный);
 $F_{0,05}, F_{0,01}$ – критерии Фишера теоретические для уровней вероятности $P_{0,05}$ и $P_{0,01}$;
 $HCP_{0,05}, HCP_{0,01}$ – наименьшие существенные разности для уровней вероятности $P_{0,05}$ и $P_{0,01}$;
1. l – число вариантов;
 n – число повторностей, объем выборки;
 N – число делянок в опыте, общее число наблюдений;
 ν – число степеней свободы;
 C – корректирующий фактор (поправка);
 S_u, S_p, S_v, S_z – суммы квадратов рассеиваний: общего, повторений, вариантов, остатка (ошибки);
 r – коэффициент линейной корреляции;
 R_{yx} – коэффициент регрессии Y по X ;

ЛИТЕРАТУРА

1. Солодун В.И. История и методология научной агрономии [Электронный ресурс]. Иркутск: Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, 2019. 101 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Минькач Т.В. Основы научных исследований в селекции и растениеводстве: практикум. Дальневосточный ГАУ, 2019.
4. Торигов В.Е., Мельникова О.В. Научные основы агрономии: учебное пособие для СПО. СПб.: Лань, 2020. 348 с.

Для заметок

Учебное издание

Наумова Мария Петровна
Мельникова Ольга Владимировна

ОСНОВЫ ОПЫТНОГО ДЕЛА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
к практическим занятиям по дисциплине
для студентов факультета СПО
по специальности **35.02.05** **Агрономия**

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 23.11.2020 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 2,09. Тираж 50 экз. Изд. № 6766.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ