

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФАКУЛЬТЕТ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**  
к практическим занятиям по дисциплине

**ОСНОВЫ ОПЫТНОГО ДЕЛА**

для студентов факультета СПО  
по специальности **35.02.05** **Агрономия**

Брянская область  
2015

УДК 631 (07)  
ББК 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: – Издательство Брянского ГАУ, 2015.

Учебно-методическое пособие «Основы опытного дела», предназначено для проведения практических занятий. В пособии даны основные понятия и термины, изложены основы агрономических исследований, описаны методики планирования, закладки и проведения полевых опытов, приведены примеры статистической обработки результатов исследований.

Рецензент: Дронов А.В., д.с.-х.н., заведующий кафедрой луговодства, селекции, семеноводства и плодовоовощеводства.

*Рекомендовано на заседании цикловой методической комиссии факультета СПО Брянского ГАУ, протокол № 1 от 31 августа 2015г.*

© Брянский ГАУ, 2015  
© Наумова М.П., 2015  
© Мельникова О.В., 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Цель и задачи изучения дисциплины, требования к результатам освоения учебной дисциплины..... | 4  |
| Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АГРОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ                                   |    |
| Работа 1. Основные понятия и термины.....  | 6  |
| Раздел 2. МЕТОДИКА ПОЛЕВОГО ОПЫТА  |    |
| Работа 2. Планирование полевого опыта.....   | 9  |
| Работа 3. Разработка методики полевого опыта. Составление плана размещения.....              | 12 |
| Раздел 4. СХЕМЫ ОПЫТОВ, НАБЛЮДЕНИЯ И УЧЕТЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОСНОВНЫХ АГРОНОМИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ     |    |
| Работа 4. Разработка схем опытов.....  | 18 |
| Раздел 5. МЕТОДИКА НАБЛЮДЕНИЙ, АНАЛИЗОВ И УЧЕТОВ   |    |
| Работа 5. Наблюдения и учеты в опытах.....   | 19 |
| Раздел 6. ОСНОВЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ                            |    |
| Работа 6. Дисперсионный анализ данных однофакторного полевого опыта.....                     | 21 |
| Раздел 7. ДОКУМЕНТАЦИЯ И ОТЧЕТНОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ                              |    |
| Работа 7. Документация и отчетность по полевому опыту.....                                   | 26 |
| ГЛОССАРИЙ.....   | 27 |
| УСЛОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....  | 32 |

## **Цель и задачи дисциплины, требования к результатам освоения дисциплины:**

Ц е л ь и з у ч е н и я д и с ц и п л и н ы -

формирование знаний и умений по методам агрономических исследований, планированию, технике закладки и проведению экспериментов, по статистической оценке результатов опытов, разработке научно-обоснованных выводов и предложений производству.

З а д а ч и д и с ц и п л и н ы:

- изучить методы закладки и проведения полевых опытов; агрономической оценке испытываемых сортов, агроприемов и технологий на основе статистической обработки данных агрономических исследований;
- овладеть знаниями и навыками выбора, подготовки земельного участка;
- организации полевых работ на опытном участке;
- отбора почвенных и растительных образцов; оценки качества урожая;
- оформления научной документации;
- овладеть навыками и знаниями по организации и проведению полевых опытов в условиях производства.

В р е з у л ь т а т е о с в о е н и я д и с ц и п л и н ы о б у ч а ю щ и й с я д о л ж е н **уметь:**

- спланировать основные элементы методики полевого опыта;
- заложить и провести вегетационный или полевой опыты;
- 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.

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.

**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.

## **Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АГРОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **Литература**

1. Ещенко В.Е., Трифонова М.Ф., Копытко П.Г. Основы опытного дела в растениеводстве.-М.:КолосС,2009.
2. Кирюшин Б.А. и др. Основы научных исследований в агрономии / Б.Д.Кирюшин, Р.Р.Усманов, И.П.Васильев.-М.:КолосС, 2009.-398с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд.5-е, доп. и пер. - М.: Агропромиздат, 1985.

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.

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

### **Работа 1. Основные понятия и термины**

**Задание.** Ознакомиться с основными понятиями и терминами научных исследований в области агрономии и дать краткую их характеристику

#### **Вопросы для аудиторной самостоятельной работы:**

1. Опытное дело в агрономии

---

---

---

---

2. Опытное поле

---

---

3. Опыт

---

---

---

4. Полевой сельскохозяйственный опыт

---

---

---

5. Лабораторный опыт

---

---

---

6. Вегетационный опыт

---

---

---

7. Производственный опыт

---

---

---

8. Варианты опыта

---

---

---

9. Абсолютный контроль

---

---

---

10. Контрольный вариант

---

---

---

11. Схема опыта

---

---

---

12. Опытная делянка

---

---

---

13. Повторность опыта

---

---

---

14. Методическая достоверность опыта

---

---

---

15. Ошибка опыта

---

---

---

## 16. Точность опыта

---

---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какое различие между повторностью и повторением.
2. Что называют схемой опыта и какие варианты она включает.
3. По каким статистическим показателям оценивают точность опыта.
4. Чем отличается полевой опыт от производственного.
5. В каком случае точность опыта является главным требованием к научному эксперименту.
6. От чего зависит творческий успех исследователя.

## **Раздел 2. МЕТОДИКА ПОЛЕВОГО ОПЫТА**

### **Литература**

1. Ещенко В.Е., Трифонова М.Ф., Копытко П.Г. Основы опытного дела в растениеводстве.-М.:КолосС,2009.
2. Кирюшин Б.А. и др. Основы научных исследований в агрономии / Б.Д.Кирюшин, Р.Р.Усманов, И.П.Васильев.-М.:КолосС, 2009.-398с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд.5-е, доп. и пер. – М.: Агропромиздат, 1985.

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

К проведению полевых опытов предъявлен ряд общепринятых требований:

- 1) типичность опыта;
- 2) соблюдение принципов единственного различия и факториальности;
- 3) пригодность условий для проведения любого опыта;
- 4) проведение наблюдений и учетов;
- 5) соблюдение условия воспроизводимости результатов опыта в идентичных условиях;
- 6) ведение необходимой документации;
- 7) точность и

достоверность опытов.

Методика полевого опыта – совокупность слагающих его элементов: число вариантов, площадь и формы делянок, метод размещения вариантов внутри повторения, способ уборки урожая и организация опыта во времени

## Работа 2. Планирование полевого опыта

**Задание.**

- 1. Ознакомиться и дать краткую характеристику компонентов, или элементов эксперимента.**
- 2. Сформулируйте и обоснуйте тему научных исследований и разработайте схему полевого однофакторного опыта по изучению различных доз минеральных удобрений, норм высева, площади питания, включающую 5 вариантов (по заданию преподавателя).**

### Пояснения к заданию

Планирование научного эксперимента включает:

*1 – предварительное формулирование проблемы.* Выбор темы, объекта и вопросов исследования на основе изучения литературы и результатов предшествующих исследований по данной тематике. Формулирование проблемы – это описание ее актуального состояния, а постановка цели и задач исследования определит ее состояние в будущем, т.е. какую практическую значимость она имеет.

*2 – постановка цели и задач исследования.* Следует четко сформулировать цель исследования, т.е. решение каких вопросов предусматривает данный научный эксперимент. Задачи исследования формулируют на основе триединого вопроса: что (1), с какой целью (2) и с какой точностью (3) надо узнать. Точность исследования (3) будет обусловлена местоположением и особенностями земельного участка, методом размещения вариантов, повторностью и другими элементами методики.

1. Научное исследование -

---

---

---

2. Этапы научных исследований –

---

---

---

---

3. Однофакторный полевой опыт -

---

---

---

4. Многофакторный полевой опыт -

---

---

---

5. Методические требования, предъявляемые к полевому опыту:

а). типичность опыта -

---

---

---

б). принцип единственного различия -

---

---

---

в). воспроизводимость опыта -

---

---

---

г). проведение опыта на специально выделенном участке -

---

---

---

д). учёт урожая и достоверность опыта по существу -

---

---

---

е). тщательное ведение документации -

***Выполнение задания 2.***

1. Объект исследований:

---

---

2. Тема научного исследования: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

3. Обоснование (актуальность) выбранной темы:

---

---

---

---

4. Цель исследований:

---

---

---

---

5. Задачи исследований:

---

---

---

---

6. Метод исследования -

---

---

---

---

7. Основные элементы методики полевого опыта:

Схема опыта

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

### **Работа 3. Разработка методики полевого опыта. Составление плана размещения**

#### Литература

1. Ещенко В.Е., Трифонова М.Ф., Копытко П.Г. Основы опытного дела в растениеводстве.-М.:КолосС,2009.
2. Кирюшин Б.А. и др. Основы научных исследований в агрономии / Б.Д.Кирюшин, Р.Р.Усманов, И.П.Васильев.-М.:КолосС, 2009.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и пер. - М.: Агропромиздат, 1985.

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.

К схеме научного эксперимента предъявляют следующие требования:

1. Соблюдение принципа единственного различия (ПЕР). Варианты опыта следует сравнивать на однородном фоне в оптимальных для каждого из них условиях.

2. Правильный выбор стандарта и сопутствующего фона для сравнения вариантов. Примерами вариантов количественного характера служат норма высева семян, дозы удобрений и пестицидов, глубина обработки почвы и посева и т.п.

**Число вариантов в опыте.** Минимальное число вариантов количественного характера в опыте может равняться 5, но иногда бывает большим. В опытах с качественными вариантами, например с сортами, число вариантов определяется наличием районированных и перспективных сортов (их может быть до нескольких десятков).

**Число контролей и их частота.** Если в опыте много вариантов (несколько десятков), то на каждые 8-10 опытных вариантов выделяют контрольные делянки. При значительной пестроте плодородия почвы контрольные делянки выделяют на каждые 2-3 опытных.

**Размеры опытных делянок.** Опытная делянка состоит из учетной части, которая находится посередине и где проводятся все учеты и наблюдения, и

защитной, расположенной вне учетной площади. Защитные части делянки разграничивают между собой варианты опыта.

Размер делянки зависит от вида опыта, темы исследований, исследуемой культуры, уровня механизации, повторности, варьирования плодородия почвы и т.п.

В опытах по изучению удобрений, норм высева и способов посева, площадей питания, ухода за растениями и т.п. размер опытных делянок может быть в пределах 50-100м<sup>2</sup>. Ширина учетной части опытной делянки связана с шириной почвообрабатывающих, посевных и уборочных орудий и машин.

**Защитные полосы.** Защитные полосы имеют различную ширину в зависимости от степени влияния того или иного агроприема. В пределах одного опыта ширина защитных полос должна быть одинаковой.

**Форма делянок и их ориентация на местности.** Опытные делянки, как правило, имеют прямоугольную форму, но могут быть и квадратными.

**Повторность в опыте.** При незначительном варьировании плодородия почвы опыт будет достаточно точным даже при 3-4 повторностях. При увеличении повторности точность опыта возрастает.

#### **Методы размещения вариантов в опыте.**

**С л у ч а й н ы й** (рендомизированный) метод предусматривает расположение вариантов по таблице случайных чисел или способом жеребьевки.

**П р и с и с т е м а т и ч е с к о м** методе (последовательном) варианты размещают в последовательности, указанной в схеме опыта.

**С т а н д а р т н ы й** метод - это размещение контроля (стандарта) рядом с каждым или между двумя вариантами.

**Сроки наблюдений и отбора образцов** приурочивают к фенологическим фазам развития растений или проводят наблюдения через определенный период времени - подекадно, один или два раза в месяц, но в каждом конкретном опыте все сроки и частоту проведения наблюдений уточняют.

**Пробы и образцы** отбирают случайным методом, который предотвращает появление систематических ошибок, отбор типичных образцов по желанию

исследователя.

**Задание.**

**1. Дать краткие ответы на вопросы по теме «Разработка методики полевого опыта, составление плана его размещения».**

**2. Установить рациональное сочетание элементов полевого опыта с учетом оптимального размера делянок.**

**Выполнение задания 1.**

1. Методика полевого опыта -

---

---

---

2. Вариант опыта -

---

---

---

3. Опытная делянка -

---

---

---

4. Защитная полоса -

---

---

---

5. Повторность -

---

---

6. Повторение -

---

---

---

7. Площадь опытной делянки -

---

---

---

8. Форма опытной делянки -

---

---

---

9. Направление опытной делянки -

---

---

---

---

10. Стандартный метод размещения вариантов -

---

---

---

---

---

11. Систематический метод размещения вариантов -

---

---

---

---

---

12. Рендомизированный метод размещения вариантов -

---

---

---

---

---

13. Опыты-пробы -

---

---

---

---

---

14. Сравнительные опыты -

---

---

---

---

---

15. Демонстрационные опыты -

---

---

---

---

---

16. Производственные опыты -

---

---

---

---

---

17. К первичной документации относят

---

---

18. К основной документации относят

---

---

**Выполнение задания 2.**

Решение:

1. Число вариантов в опыте ( $l$ ) –
2. Число повторений в опыте ( $n$ ) –
3. Количество опытных делянок ( $l*n$ ) –
4. Форма делянки (соотношение сторон) –
5. Учетная площадь опытной делянки –
6. Защитная площадь опытной делянки –
7. Метод размещения вариантов –

Схематический план размещения вариантов опыта  
(указать размеры делянок, повторения и разворотные полосы)



Дата \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## Вопросы для самопроверки

1. Для чего изучают историю поля перед закладкой опыта.
2. Что представляют собой уравнительные и рекогносцировочные посевы и для чего их используют.
3. Какие преимущества и недостатки случайного метода размещения вариантов в опыте.
4. При каких условиях преимущество отдают систематическому методу размещения вариантов.
5. В каких опытах используют стандартный метод.
6. Какие этапы включает закладка полевого опыта.
7. Какая документация должна сопровождать проведение опыта.

## Раздел 4. СХЕМЫ ОПЫТОВ, НАБЛЮДЕНИЯ И УЧЕТЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОСНОВНЫХ АГРОНОМИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ

### Литература

Кирюшин Б.А. и др. Основы научных исследований в агрономии / Б.Д.Кирюшин, Р.Р.Усманов, И.П.Васильев.-М.:КолосС, 2009.-398с.

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

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.

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.

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

обеспечит проявление различий, существующих в природе.

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

#### **Работа 4. Разработка схем опытов**

**Задание. 1. Составить схемы полевого опыта (по заданию преподавателя).**

**2. Разработать программу исследований в опыте.**

*Выполнение заданий*

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## Раздел 5. МЕТОДИКА НАБЛЮДЕНИЙ, АНАЛИЗОВ И УЧЕТОВ

### Литература

1. Кирюшин Б.А. и др. Основы научных исследований в агрономии / Б.Д.Кирюшин, Р.Р.Усманов, И.П.Васильев.-М.:КолосС, 2009.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и пер. - М.: Агропромиздат, 1985.

Проведение полевого опыта сопровождается определенными наблюдениями, анализами и учетами.

### Работа 5. Наблюдения и учеты в опытах

**Задание** (выполняется по заданию преподавателя).

**1. Разработать план проведения наблюдений в опыте. При описании наблюдений следует указать конкретно, что будет проводиться по каждому виду наблюдений:**

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

**2. Учет урожая:**

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

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## Раздел 6. ОСНОВЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

### Литература

1. Кирюшин Б.А. и др. Основы научных исследований в агрономии / Б.Д.Кирюшин, Р.Р.Усманов, И.П.Васильев.-М.:КолосС, 2009.-С 1. Ещенко В.Е., Трифонова М.Ф., Копытко П.Г. Основы опытного дела в растениеводстве.- М.:КолосС,2009.-С.215-221.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд.5-е, доп. и пер. - М.: Агропромиздат, 1985, С. 242, 311-317-213.

Дисперсионный анализ разработан и введен в практику сельскохозяйственных и биологических исследований английским ученым Р.А. Фишером.

Дисперсионный анализ является самым совершенным методом статистической обработки данных. Его преимущества заключаются в выделении из общего варьирования его компонентов, в расчете обобщенной ошибки всего опыта на основе большего числа наблюдений, чем индивидуальные ошибки отдельных пар вариантов в недисперсионных методах.

### Работа 6. Дисперсионный анализ данных однофакторного полевого опыта

#### Задание.

1. Дать краткие ответы на вопросы по теме.
2. Провести дисперсионный анализ данных однофакторного опыта.

#### Пояснения к заданию

В полевом опыте, размещенном методом рендомизированных повторений, урожай изменяется в зависимости от вариантов, повторностей, а также случайных причин – неучтенного изменения окружающей среды или индивидуальной изменчивости самих растений. 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.

1. Дисперсионный анализ разработан и введен в практику сельскохозяйственных исследований английским ученым \_\_\_\_\_.

2. Сущность дисперсионного анализа -

---

---

---

---

---

---

3. Критерий Фишера ( $F$ ) -

---

---

---

---

4. Нулевая гипотеза ( $H_0: d=0$ ), используемая для оценки значимости действия изучаемых факторов по критерию  $F$  -

---

---

---

---

---

5. Схема дисперсионного анализа данных вегетационного опыта -

---

---

---

---

6. В вегетационном опыте общая изменчивость результативного признака, измеряемая общей суммой квадратов ( $S_y$ ), расчленяется на \_\_\_\_\_ ( $S_v$ ) и \_\_\_\_\_ ( $S_z$ ).

7. Общее число степеней свободы ( $N-1$ ), расчленяется на два компонента: число степеней свободы для варианта \_\_\_\_\_ и число степеней свободы для случайного варьирования (ошибки) \_\_\_\_\_ .

8. Формулы, необходимые для проведения дисперсионного анализа:

общее число наблюдений в опыте  $N =$  \_\_\_\_\_

корректирующий фактор (поправка)  $C =$  \_\_\_\_\_

общая сумма квадратов  $S_y =$  \_\_\_\_\_

сумма квадратов для вариантов  $S_v =$  \_\_\_\_\_

сумма квадратов для ошибки (остатка)  $S_z =$  \_\_\_\_\_

дисперсия вариантов  $Sv^2 =$  \_\_\_\_\_

дисперсия ошибки  $Sz^2 =$  \_\_\_\_\_

расчетный критерий Фишера  $F =$  \_\_\_\_\_

9. Наименьшая существенная разность (НСР) -

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10. Обобщенная ошибка опыта  $S\bar{x} =$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

11. Ошибка разности средних  $Sd =$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

12. Наименьшая существенная разность для 5%-го уровня  $НСР_{05} =$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

13. Наименьшая существенная разность для 1%-го уровня  $НСР_{01} =$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Пример.** В условиях полевого опыта изучали действие предшественников на урожай озимой пшеницы. Провести дисперсионный анализ данных опыта, определить  $НСР_{05}$ .

Урожайность озимой пшеницы

| Предшественник                   | Повторения, X |      |      |      | Сумма по варианту<br>V | Средние по вариантам |
|----------------------------------|---------------|------|------|------|------------------------|----------------------|
|                                  | 1             | 2    | 3    | 4    |                        |                      |
| Клевер 1 г.п.                    | 54,3          | 52,2 | 54,1 | 50,1 |                        |                      |
| Вико-овсяная смесь               | 52,3          | 49,0 | 50,0 | 47,1 |                        |                      |
| Горох                            | 45,7          | 47,9 | 48,0 | 50,1 |                        |                      |
| Кукуруза на силос                | 25,9          | 28,3 | 28,5 | 30,5 |                        | -                    |
| Сумма по повторениям, $\Sigma P$ |               |      |      |      | $\Sigma x =$           | $\bar{x} =$          |

### Решение:

Таблица преобразованных дат (  $A = \underline{\hspace{2cm}}$  )

| Варианты                  | $X_1 = X - A$ |   |   |   | V | $X_1^2$ |   |   |   | $V^2$ |
|---------------------------|---------------|---|---|---|---|---------|---|---|---|-------|
|                           | 1             | 2 | 3 | 4 |   | 1       | 2 | 3 | 4 |       |
| 1                         |               |   |   |   |   |         |   |   |   |       |
| 2                         |               |   |   |   |   |         |   |   |   |       |
| 3                         |               |   |   |   |   |         |   |   |   |       |
| 4                         |               |   |   |   |   |         |   |   |   |       |
| общая сумма $\sum X_{1=}$ |               |   |   |   |   |         |   |   |   |       |

Схема дисперсионного анализа:  $C_y = C_v + C_z$

Общее число наблюдений:  $N = l \cdot n = \underline{\hspace{4cm}}$

Корректирующий фактор:  $C = (\sum X_1)^2 : N = \underline{\hspace{4cm}}$

Суммы квадратов:

общая  $C_y = \sum X_1^2 - C = \underline{\hspace{4cm}}$

вариантов  $C_v = \sum V^2 : n - C = \underline{\hspace{4cm}}$

остатка  $C_z = C_y - C_v = \underline{\hspace{4cm}}$

Дисперсия вариантов  $S_v^2 = C_v : V_v \underline{\hspace{2cm}}$

Дисперсия ошибки  $S_z^2 = C_z : V_z \underline{\hspace{2cm}}$

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

#### Результаты дисперсионного анализа

| Дисперсия  | Суммы квадратов | Степени свободы, $\nu$ | Средний квадрат $S^2$ | F факт. | $F_{05}$ |
|------------|-----------------|------------------------|-----------------------|---------|----------|
| Общая      |                 | $N-1 =$                | -                     | -       | -        |
| Повторений |                 |                        |                       |         |          |
| Вариантов  |                 | $l-1 =$                | $S_v^2 =$             |         |          |
| Остаток    |                 | $N-l =$                | $S_z^2 =$             |         |          |

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S_z^2}{n}} = \underline{\hspace{4cm}}$$



содержанию, объективной, точной, своевременной, по возможности лаконичной и однотипной.

Основу всего учета и отчетности составляет первичная документация: дневник и журнал опыта.

К основной документации относят научные отчеты, опубликованные статьи, диссертационные и дипломные работы и т.п.

### **Работа 7. Документация и отчетность по полевому опыту**

#### **Задание.**

#### **1. Дать краткие ответы на вопросы по теме**

Дневник исследований \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Журнал опыта \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Отчет о научно-исследовательской работе (НИР) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### **2. Описать структуру и содержание отчета о НИР**

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## ГЛОССАРИЙ

**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 вероятность буквой *P*.

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

**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, ва-

риантам, ошибкам случайного порядка и т. д. Значимость действия и взаимодействия изучаемых факторов оценивают по *F-критерию* и *HCP05*.

**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 м<sup>2</sup>) 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 стандартного отклонения  $S$  к средней арифметической, выраженное в процентах. Обозначается буквой  $V$ .

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

**Латинский квадрат** - схема рендомизированного (случайного) размещения вариантов в полевом опыте, 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 полевом опыте. 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 рендомизированным 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 деланки с полным набором вариантов схемы опыта.

**Повторность** - число одноименных деланок 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  $P_1$ .

**Рекогносцировочный посев (разведывательный)** - сплошной посев одной культуры, предшествующий закладке полевого опыта и проводимый для выявления степени однородности (путем дробного 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).

**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 величин. Обозначается буквой  $\nu$  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

$X$  – значение варьирующего признака;

$\bar{x}$  – средняя арифметическая;

$\Sigma$  – 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  $P_{0,01}$ ;  
 $l$  – число вариантов;  
 $n$  – число повторностей, объем выборки;  
 $N$  – число делянок в опыте, общее число наблюдений;  
 $\nu$  – число степеней свободы;  
 $C$  – корректирующий фактор (поправка);  
 $S_y, S_p, S_v, S_z$  – суммы квадратов рассеиваний: общего, повторений, вариантов, остатка (ошибки);  
 $r$  – коэффициент линейной корреляции;  
 $R_{yx}$  – коэффициент регрессии  $Y$  по  $X$ ;