

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА АГРОНОМИИ, СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА

Мельникова О. В.

**МЕТОДИКА ОПЫТНОГО ДЕЛА В ОБЛАСТИ  
СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

*Учебно-методическое пособие для лабораторно-практических  
занятий и задания самостоятельной работы, семинаров и  
коллоквиумов для аспирантов направления подготовки  
35.06.01 Сельское хозяйство,  
профиль Селекция и семеноводство с.-х. растений*

**Брянск – 2018**

УДК 631 (076)

ББК 41.4

М 48

**Мельникова, О. В. Методика опытного дела в области селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений:** учебно-методическое пособие для лабораторно-практических занятий и задания самостоятельной работы, семинаров и коллоквиумов для аспирантов направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство, профиль Селекция и семеноводство с.-х. растений / О. В. Мельникова. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ. - 2018. - 85 с.

В учебно-методическом пособии представлены современные методы статистической обработки результатов исследований однофакторных, многофакторных полевых и вегетационных опытов: дисперсионный, корреляционно-регрессионный и ковариационный анализы. Задания для самостоятельной работы аспирантов в пособии представлены в виде тематических вопросов и тестовых заданий, которые позволяют формировать у аспиранта научное мышление и логику.

Рецензенты:

**Романова Ираида Николаевна** - доктор с.-х. наук, профессор кафедры агрономии и экологии ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА.

**Дронов Александр Викторович** - доктор с.-х. наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

*Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией Института экономики и агробизнеса ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, протокол №6 от 21 марта 2018 г.*

© Брянский ГАУ, 2018

© Мельникова О.В., 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Обоснование темы научных исследований и разработка схемы полевого опыта	7
2. Разработка методики полевого опыта, составление плана его размещения	11
3. Статистическая обработка результатов исследований. Количественная изменчивость признака	13
4. Статистические характеристики выборки при качественной изменчивости	19
5. Проверка гипотезы о принадлежности «сомнительной» даты к совокупности, «восстановление» выпавших дат	22
6. Основы дисперсионного анализа. Дисперсионный анализ результатов вегетационного опыта	26
7. Дисперсионный анализ данных однофакторного полевого опыта с организованными повторениями	30
8. Дисперсионный анализ данных опыта с разной повторностью (с неполными данными)	34
9. Дисперсионный анализ данных многофакторного полевого опыта	37
10. Дисперсионный анализ данных опыта, размещенного методом латинского квадрата и латинского прямоугольника	42
11. Линейная корреляция и регрессия	49
Вопросы для семинарских занятий	55
Тестовые задания для самостоятельной работы аспирантов	57

## ВВЕДЕНИЕ

*Целью* изучения дисциплины «Методика опытного дела в области селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений» является формирование знаний и умений аспирантов по методам агрономических исследований, планированию, технике, закладке и проведению эксперимента, а также применению статистических методов анализа полученных результатов исследований.

*Задачи дисциплины:*

- сформировать у аспирантов представление о методике опытного дела в области селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений;
- изучить общенаучные и специальные методы научной агрономии: лабораторный, вегетационный, лизиметрический, вегетационно - полевой, полевой,
- классификацию агрономических опытов;
- требования, предъявляемые к опытам;
- изучить основные требования, предъявляемые к полевому опыту; основные этапы планирования исследований;
- схемы однофакторного и многофакторных опытов, основные элементы методики полевого опыта;
- варианты опыта, число повторений в опыте, опытная делянка: форма, размеры, направление, защитные полосы, повторность и повторения в опыте;
- систематические методы размещения вариантов, стандартные методы размещения вариантов, рендомизированные методы размещения вариантов;
- изучить сущность дисперсионного анализа результатов исследований, доверительные интервалы и критерии существенности, прямолинейную корреляцию и регрессию, дисперсию, стандартное отклонение и коэффициент вариации, метод расчета наименьшей существенной разности (НСР).

Дисциплина «Методика опытного дела в области селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений» непосредственно базируется на изучении предшествующих дисциплин в Вузе: земледелие, растениеводство, основы научных исследований в агрономии.

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при обработке полученных результатов ис-

следований и написании научно-квалификационной работы (диссертации) по выбранной научной специальности.

**Дисциплина «Методика опытного дела в области селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений» направлена на освоение следующих компетенций:**

**ОПК 1** - владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции.

**ОПК 2** - владение культурой научного исследования в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.

**ОПК 3** - способность к разработке новых методов исследования и их применению в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции с учетом соблюдения авторских прав.

**ПК 4** - способность к самостоятельному обучению новым методам исследования и применению существующих методов и средств подачи информации при выполнении научных исследований в области селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений.

# 1. ОБОСНОВАНИЕ ТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ПОЛЕВОГО ОПЫТА

## Вопросы для самостоятельной работы:

1. Научное исследование -

---

---

---

2. Этапы научных исследований –

---

---

---

---

---

3. Уровни научных исследований -

---

---

---

---

4. Суждение -

---

---

---

5. Умозаключение -

---

---

---

6. Гипотеза -

---

---

---

7. Эксперимент -

---

---

---

8. Метод исследования -

---

---

---

---

---

9. 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 -

---

---

---

---

---

---

---

---

10. Основные элементы методики полевого опыта:

---

---

---

---

---

11. Схема опыта –

---

---

---

---

---

12. Однофакторный полевой опыт -

---

---

---

---

---

13. Многофакторный полевой опыт -

---

---

---

---

---

14. Основные требования, предъявляемые к схеме полевого опыта (полный факториальный эксперимент):

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**Задание.** Сформулируйте и обоснуйте тему ваших научных исследований и представьте схему полевого опыта.

Решение:

Тема научных исследований:

---

---

---

---

---

Обоснование темы и составление рабочей гипотезы:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Схема опыта

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

## 2. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОЛЕВОГО ОПЫТА, СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ЕГО РАЗМЕЩЕНИЯ

### Вопросы для самостоятельной работы:

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 -

---

---

---

---

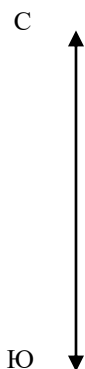
---

**Задание.** Установите рациональное сочетание элементов вашего полевого опыта с учетом оптимального размера делянок и представьте схематический план размещения вариантов в опыте.

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 –

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



**3. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА  
РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ.  
КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКА**

**Вопросы для самостоятельной работы:**

1. Вариационный ряд -

---

---

---

---

---

2. Вариационная кривая -

---

---

---

---

---

3. Генеральная совокупность –

---

---

---

---

---

4. Выборочная совокупность (выборка) -

---

---

---

---

---

5. Малая выборка -

---

---

---

---

---

6. Большая выборка данных -

---

---

---

---

---

7. Порядок группировки данных в больших выборках -

---

---

---

---

---

---

---

8. Количественная изменчивость признака -

---

---

---

---

---

---

---

9. Средняя генеральной совокупности ( $\mu$ ) -

---

---

---

---

---

10. Средняя арифметическая ( $\bar{x}$ ) -

---

---

---

---

---

11. Дисперсия ( $S^2$ ) -

---

---

---

---

---

12. Стандартное отклонение (S) -

---

---

---

---

---

13. Ошибка средней и относительная ошибка средней арифметической ( $S_{\bar{x}}$  и  $S_{\bar{x}}\%$ ) -

---

---

---

---

---

14. Коэффициент вариации (V) -

---

---

---

---

---

15. Доверительный интервал для среднего значения -

---

---

---

---

---

16. Уровень значимости ( $P_{05}, P_{01}$ ) -

---

---

---

---

17. Число степеней свободы ( $\nu$ ) -

---

---

---

---

18. Эмпирическое распределение -

---

---

---

---

19. Теоретическое распределение –

---

---

---

---

---

---

20. Распределение Стьюдента ( $t$ ) -

---

---

---

---

21. Распределение Фишера ( $F$ ) -

---

---

---

---

**Задание.** Сгруппируйте данные, полученные в результате наблюдений (большая выборка), определите статистические показатели вариационного ряда и начертите кривую распределения.

**Пример.** Техническая длина стебля (см) у 40 растений льна составила:

70,0 67,0 100,4 103,4 69,0 72,4 74,4 66,1 67,3 52,0  
 79,1 78,0 83,9 92,2 93,2 81,3 82,0 86,4 89,1 93,5  
 77,0 76,1 88,1 89,7 94,1 82,0 80,1 81,0 77,0 80,0  
 92,1 91,5 76,7 79,0 73,5 84,4 79,7 84,0 79,6 84,1

Решение:

Число классов (групп)  $K = \sqrt{n}$

$$\text{Классовый интервал } i = \frac{X \text{ max} - X \text{ min}}{\text{число групп}} = \frac{R}{K} =$$

Расчетная таблица ( $A =$  )

Группа	Среднее значение группы $X$	Частота $f$	Отклонения $X-A$	$f(X-A)$	$(X-A)^2$	$f(X-A)^2$
		$\sum f = n =$		$\sum f(X-A) =$		$\sum f(X-A)^2 =$

Произвольный момент  $b = \sum f(X-A)/n =$

---



---

Средняя арифметическая  $\bar{x} = A + b =$

---



---

Корректирующий фактор (поправка)  $C = [\sum f(X-A)]^2/n =$

---



---



---

$$\text{Дисперсия } S^2 = \frac{\sum f(X - A)^2 - C}{n - 1} =$$

---

$$\text{Стандартное отклонение } S = \sqrt{S^2} =$$

---

$$\text{Коэффициент вариации } V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100\% =$$

---

$$\text{Ошибка выборочной средней } S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} =$$

---

$$\text{Интервальная оценка средней арифметической: } \bar{x} \pm t_{05} S_{\bar{x}} =$$

---

Графическое изображение вариационного ряда



Выводы:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

#### **4. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫБОРКИ ПРИ КАЧЕСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ**

**Вопросы для самостоятельной работы:**

1. Качественная изменчивость признака -

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Статистические характеристики качественной изменчивости -

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Альтернативная изменчивость -

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Неальтернативная изменчивость -

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

5. Определение объема выборки при качественной изменчивости -

---

---

---

6. Доля наличия признака ( $p$ ) -

---

---

---

7. Доля отсутствия признака ( $q$ ) -

---

---

---

8. Показатель изменчивости качественного признака ( $S$ ) -

---

---

---

---

9. Максимальная изменчивость ( $S_{max}$ ) -

---

---

---

---

10. Коэффициент вариации ( $V$ ) -

---

---

---

---

11. Ошибка выборочной доли ( $S_p$ ) -

---

---

---

---

---

12. Интервальная оценка выборочной доли -

---



---



---



---



---

**Задание.** Вычислите статистические показатели качественной (альтернативной) изменчивости. Определите доверительный интервал для доли признака в совокупности, сделайте вывод.

**Пример.** В выборке из 130 клубней картофеля сорта Темп 30 поражены паршой, а в выборке из 100 клубней сорта Пригожий – паршой поражено 20 клубней.

Решение:

1-я выборка (сорт Темп)	2-я выборка (сорт Пригожий)
$n_{1(\text{больные клубни})} =$ $n_{2(\text{здоровые клубни})} =$ $N_1 = n_1 + n_2 =$ $p_1 = n_1 : N_1 =$ $q_1 = 1 - p_1 =$ $S_1 = \sqrt{p_1 q_1} =$ $Sp_1 = \sqrt{\frac{p_1 q_1}{N_1}} =$ $Vp_1 = \frac{S_1}{S_{\max}} \cdot 100\% =$ $P_1 \pm t_{05} \cdot Sp_1 =$	$n_{1(\text{больные клубни})} =$ $n_{2(\text{здоровые клубни})} =$ $N_2 = n_1 + n_2 =$ $p_2 = n_2 : N_2 =$ $q_2 = 1 - p_2 =$ $S_2 = \sqrt{p_2 q_2} =$ $Sp_2 = \sqrt{\frac{p_2 q_2}{N_2}} =$ $Vp_2 = \frac{S_2}{S_{\max}} \cdot 100\% =$ $P_2 \pm t_{05} \cdot Sp_2 =$

$$t_{05} =$$

$$\text{при } v = N - 1$$

Выводы:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**5. ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ О ПРИНАДЛЕЖНОСТИ  
«СОМНИТЕЛЬНОЙ» ДАТЫ К СОВОКУПНОСТИ.  
«ВОССТАНОВЛЕНИЕ» ВЫПАВШИХ ДАТ**

**Вопросы для самостоятельной работы:**

1. «Сомнительная» дата вариационного ряда -

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Критерий для проверки «сомнительности» даты -

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. От каких показателей зависят критические значения критерия  $\tau_{теор}$  -

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Критерий  $\tau_{\text{факт.}}$ . вычисляют по отношениям -

---

---

---

---

5. Сущность гипотезы о принадлежности «сомнительной» даты -

---

---

---

---

6. Доверительный интервал для всей совокупности (для определения вероятности нахождения в нем сомнительной даты X) -

---

---

---

---

7. «Восстановление» выпавшей даты -

---

---

---

---

8. Формула для «восстановления» одной выпавшей даты -

---

---

---

---

9. Принцип «восстановления» нескольких выпавших дат -

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Задание.** Провести проверку гипотезы о принадлежности «сомнительной» даты к совокупности (пример 1) и «восстановить» выпавшую дату (пример 2).

**Пример 1.** В вегетационном опыте, где была 6-кратная повторность, в варианте с двойной дозой азота учли массу растений и получили следующие результаты, г/сосуд: 23,8 19,1 10,3 19,7 21,0 22,0.

Статистически определить принадлежность дат к вариационному ряду.

Решение:

1. Ранжируем вариационный ряд в возрастающем порядке ( $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n$ ):

---

---

---

---

---

---

2. Наиболее «сомнительными» являются крайние даты ( $x_1$  и  $x_n$ ), их принадлежность к вариационному ряду проверяется расчетом критерия  $\tau_{\text{факт.}}$  :

$$\text{проверка даты } x_1 - \tau_1 = \frac{X_2 - X_1}{X_n - 1 - X_1} =$$

$$\text{проверка даты } x_n - \tau_n = \frac{X_n - X_{n-1}}{X_n - X_2} =$$

3. По таблице находим критерии  $\tau$  теоретические (табл. 7 приложений в учеб. Моисейченко В.Ф. и др.) при  $n=6$  :

$$\tau_{0,95} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\tau_{0,99} = \underline{\hspace{2cm}}$$

4. Сравниваем критерии  $\tau$  расчетные с теоретическими и делаем вывод о «сомнительности» проверяемых дат:

---

---

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Пример 2.** В полевом опыте на четырех вариантах изучали изменение урожайности зерна кукурузы при внесении различных доз агелона (гербицида). Повторность в опыте – трехкратная. В третьем варианте опыта отсутствует результат во втором повторении и его надо «восстановить».

Урожайность зерна кукурузы (ц/га) в зависимости от внесения доз агелона

Вариант	Урожайность по повторениям			Средняя по варианту
	I	II	III	
1. Без агелона	38	37	36	
2. Агелон (1 кг/га)	39	40	42	
3. Агелон (1,5 кг/га)	43	x	45	
4. Агелон (2,0 кг/га)	44	47	46	

Решение:

$$X_{вос.} = \frac{lV + nP - \sum X}{(l-1)(n-1)}, \text{ где}$$

$l$  - число вариантов;

$V$  - сумма данных в варианте, где выпал результат;

$n$  - число повторностей в опыте;

$P$  - сумма данных в повторности, где выпал результат;

$\sum X$  – сумма данных во всем опыте, за исключением выпавшего результата.

$$X_{вос.} = \underline{\hspace{10em}}$$



Вывод:

---

---

---

---

---

---

---

---

**6. ОСНОВЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА.  
ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ  
ВЕГЕТАЦИОННОГО ОПЫТА**

**Вопросы для самостоятельной работы:**

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. Наименьшая существенная разность (НСР) -

---

---

---

---

---

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

8. Ошибка разности средних  $Sd =$

---

---

---

---

---

---

---

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

---

---

---

---

---

---

---

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

---

---

---

---

---

**Задание.** Провести дисперсионный анализ данных однофакторного вегетационного опыта (с одинаковым числом наблюдений по вариантам). Проверить результаты с помощью программы STRAZ.

**Пример.** В условиях вегетационного опыта в четырех вегетационных сосудах изучали действие форм азотных удобрений на урожай овсяницы луговой. Установить, значимо ли действие удобрений, проверить нулевую гипотезу ( $H_0: d=0$ ).

Урожай овсяницы (г на сосуд)

Варианты опыта	Урожай, X				Число наблюдений, n	Суммы, V	Средние по вариантам
1. Без удобр. (контроль)	16,0	17,2	14,4	15,8	4		
2. Сульфат аммония	29,4	30,4	30,3	28,1	4		
3. Аммиачная селитра	26,0	29,2	26,7	27,1	4		
4. Мочевина	25,3	24,8	26,1	23,2	4		
$N = \sum n =$					$\sum x =$		$\bar{x} =$

Решение:

Таблица преобразованных дат (A=\_\_\_)

Варианты	$X_i = X - A$				v	$X_i^2$				$v^2$
	1	2	3	4		1	2	3	4	
1										
2										
3										
4										
общая сумма $\sum X_i =$										

Схема дисперсионного анализа:  $S_y = S_v + S_z$

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

---

Корректирующий фактор:  $C = (\sum X_i)^2 : N =$

---

Суммы квадратов:

общая  $C_y = \sum X_1^2 - C =$

---

---

вариантов  $C_v = \sum V^2: n - C =$

---

---

остатка  $C_z = C_y - C_v =$

---

---

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Суммы квадратов	Степени свободы, $\nu$	Средний квадрат $S^2$	F факт.	F <sub>05</sub>
Общая		$N-1 =$	-	-	-
Вариантов		$l-1 =$	$S_v^2 =$		
Остаток		$N-l =$	$S_z^2 =$		

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

---

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2 z}{n}} =$$

---

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot S_d =$$

---

$$HCP_{01} = t_{01} \cdot S_d =$$

---

Урожайность (в г/сосуд)

Варианты	Средняя урожайность	Отклонение от контроля
1. Без удобрений (контроль)		-
2. Сульфат аммония		
3. Аммиачная селитра		
4. Мочевина		

Выводы:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**7. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ  
ОДНОФАКТОРНОГО ПОЛЕВОГО ОПЫТА С  
ОРГАНИЗОВАННЫМИ ПОВТОРЕНИЯМИ**

**Вопросы для самостоятельной работы:**

1. Организованные повторения в опыте –

---

---

---

---

---

2. Полная рендомизация в опыте –

---

---

---

---

---

3. Схема дисперсионного анализа данных полевого опыта с организованными повторениями -

---



---

4. Схема дисперсионного анализа данных полевого опыта, заложенного методом полной рендомизации (без повторений) -

---



---



---

**Задание.** Освойте технику расчетов при дисперсионном анализе данных полевого опыта, составьте итоговую таблицу урожаев, распределите варианты по группам и сделайте выводы. Проверить результаты с помощью программы STRAZ.

**Пример.** В полевом опыте изучали урожайность сортов озимой пшеницы. Проведите дисперсионный анализ данных, определите  $НСР_{05}$  и сгруппируйте сорта по отношению к стандарту. Проверьте нулевую гипотезу  $H_0: d=0$ .

Урожайность зерна сортов озимой пшеницы, ц/га

Варианты (сорта)	Повторения, X				Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV		
1 (стандарт)	45,7	47,9	43,4	42,1		
2	51,6	50,5	48,6	46,0		
3	44,7	40,0	41,4	38,7		
4	46,0	45,0	43,9	43,7		
5	39,8	38,0	41,0	49,6		
Суммы P					$\sum X =$	$\bar{x} =$

Решение:

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

Варианты	$X_1 = X - A$				Суммы $V$	$X_1^2$				Суммы $V^2$
	I	II	III	IV		I	II	III	IV	
1										
2										
3										
4										
5										
Суммы P										
общая сумма $\sum X_1 =$										

Схема дисперсионного анализа:  $C_y = C_v + C_p + C_z$

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

---

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

---

Суммы квадратов:

общая  $C_y = \sum X_1^2 - C =$

---

вариантов  $C_v = \sum V^2 : n - C =$

---

повторений  $C_p = \sum P^2 : l - C =$

---

остатка  $C_z = C_y - C_v - C_p =$

---

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Суммы квадратов	Степени свободы	Средний квадрат $S^2$	$F_{\text{факт.}}$	$F_{05}$
Общая $C_v$		$N-1=$	-	-	-
Повторений $C_p$		$n-1=$			
Вариантов $C_v$		$l-1=$	$S_v^2=$		
Остаток $C_z$		$(l-1)(n-1)=$	$S_z^2=$		

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

---


$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2 z}{n}} =$$

---


$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd =$$


---

Урожайность, ц/га

Варианты	Урожайность		Отклонения от стандарта		Группа
	ц/га	%	ц/га	%	
1 (стандарт)		100	-	100	
2					
3					
4					
5					

$$HCP_{05} =$$

Выводы:

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



## 8. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ОПЫТА С РАЗНОЙ ПОВТОРНОСТЬЮ (С НЕПОЛНЫМИ ДАННЫМИ)

### Вопросы для самостоятельной работы:

1. Особенность дисперсионного анализа данных опыта с разной повторностью вариантов –

---

---

---

---

---

---

2. Сумма квадратов вариантов с разной повторностью вычисляется по формуле

$$Cv = \underline{\hspace{15em}}$$

3. Ошибку разности средних по вариантам с разной повторностью вычисляют по формуле :

$$Sd = \underline{\hspace{15em}}$$

4. Ошибку разности средних вариантов с одинаковой повторностью вычисляют по формуле :

$$Sd = \underline{\hspace{15em}}$$

5. Теоретическое значение критерия Стьюдента (t) находят по числу степеней свободы дисперсии

---

6. Теоретическое значение критерия Фишера (F) находят по степеням свободы дисперсии \_\_\_\_\_ (в числителе) и дисперсии

\_\_\_\_\_ (в знаменателе).

**Задание.** Освойте технику дисперсионного анализа данных опыта с не полным набором данных (с разной повторностью по вариантам). Проверить результаты с помощью программы STRAZ.

**Пример.** В вегетационном опыте с водной культурой томата изучали действие соотношения N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O на урожай плодов. Повторность в 1, 2 и 3 вариантах – 5-ти кратная, а в 4 и 5 вариантах – 3-х кратная (отсутствуют данные по двум повторениям). Провести дисперсионный анализ результатов опыта с неполными данными, сделать вывод об эффективности питания растений томатов.

Урожай плодов томатов (г/сосуд)

Варианты опыта (N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O)	Урожайность, X						Число наблюдений, n	Суммы V	Средние
1. 1:1:1 (st)	454	470	430	500	460	452	5		
2. 1:2:1	502	550	490	507	530	525	5		
3. 1:2:2	601	670	550	607	650	612	5		
4. 2:1:1	407	412	475	402	-	-	3		
5. 2:2:1	418	470	460	412	-	-	3		
							$\sum X =$		$\bar{x} =$

Решение:

Таблица преобразованных дат (A=\_\_\_\_)

Варианты	X <sub>1</sub> = X - A						Суммы V	X <sub>1</sub> <sup>2</sup>						Суммы V <sup>2</sup>
1.														
2.														
3.														
4.					-	-							-	-
5.					-	-							-	-
$\sum X_1 =$							$\sum X_1^2 =$							

Схема дисперсионного анализа: C<sub>y</sub> = C<sub>v</sub> + C<sub>z</sub>

Общее число наблюдений:  $N = l \cdot n - n_{\text{вып.даты}} =$

---

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

---

Суммы квадратов:

общая  $C_y = \sum X_1^2 - C =$

---

вариантов  $C_v = \left( \frac{V_1^2}{n_1} + \frac{V_2^2}{n_2} + \dots + \frac{V_k^2}{n_k} \right) - C =$

---

остатка  $C_z = C_y - C_v =$

---

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Суммы квадратов	Степени свободы	Средний квадрат $S^2$	$F_{\text{факт.}}$	$F_{05}$
Общая $C_y$		$N-1=$	-	-	-
Вариантов $C_v$		$l-1 =$	$S_v^2=$		
Остаток $C_z$		$N-l=$	$S_z^2=$		

1. При сравнении  $x_1, x_2$  и  $x_3$  ( $n=5$ ) ошибка разности средних равна:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S_z^2}{n}} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot S_d = \underline{\hspace{10em}}$$

2. При сравнении  $x_1, x_2, x_3$  с  $x_4$  и  $x_5$  ( $n_1=5$  и  $n_2=3$ ) ошибка разности средних:

$$S_d' = \sqrt{S^2 \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot S_d' = \underline{\hspace{10cm}}$$

Выводы:

---

---

---

---

---

---

---

## 9. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ МНОГОФАКТОРНОГО ПОЛЕВОГО ОПЫТА

**Вопросы для самостоятельной работы:**

1. Многофакторный опыт -

---

---

---

---

---

---

---

2. В двухфакторном опыте сумма квадратов вариантов ( $C_v$ ) расчленяется на \_\_\_\_\_ ( $C_A$ ),

\_\_\_\_\_ ( $C_B$ )

и \_\_\_\_\_ ( $C_{AB}$ ).

3. Схема дисперсионного анализа двухфакторного полевого опыта -

---

---

4. В трехфакторном опыте сумма квадратов вариантов ( $C_v$ ) расчлняется на \_\_\_\_\_ ( $C_A$ ),  
 \_\_\_\_\_ ( $C_B$ ),  
 \_\_\_\_\_ ( $C_C$ ),  
 \_\_\_\_\_ ( $C_{AB}$ ),  
 \_\_\_\_\_ ( $C_{AC}$ ),  
 \_\_\_\_\_ ( $C_{BC}$ ),  
 \_\_\_\_\_ ( $C_{ABC}$ ).
5. Схема дисперсионного анализа трехфакторного полевого опыта -  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Задание.** Уясните сущность многофакторного опыта, овойте технику дисперсионного анализа двухфакторного опыта, проведенного методом рендомизированных повторений и сделайте выводы. Проверить результаты с помощью программы STRAZ.

**Пример.** В двухфакторном полевого опыте (2x3) изучали действие двух доз азота ( $a_0, a_1$ ) и трех доз фосфора ( $b_0, b_1, b_2$ ) на урожайность зерна ячменя. Провести дисперсионный анализ данных.

Урожайность зерна ячменя, ц/га

Фактор А (азот)	Фактор В (фосфор)	Повторения, X				Суммы, V	Средние
		I	II	III	IV		
$a_0$	$b_0$	23,1	24,8	23,0	26,8		
	$b_1$	28,4	29,5	30,2	26,5		
	$b_2$	28,7	30,4	32,6	28,0		
$a_1$	$b_0$	31,7	35,4	34,6	32,0		
	$b_1$	46,7	45,6	47,1	46,2		
	$b_2$	59,4	50,6	65,5	62,1		
$N = l_a \cdot l_b \cdot n =$						$\sum X =$	$\bar{x} =$

Решение:

Схема дисперсионного анализа:  $C_y = C_v + C_p + C_z$   
 $C_v = C_A + C_B + C_C$   
 $C_y = (C_A + C_B + C_C) + C_p + C_z$

Корректирующий фактор:  $C = (\sum X)^2 : N$   
 = \_\_\_\_\_

Суммы квадратов:

общая  $C_y = \sum X^2 - C =$

---

---

вариантов  $C_v = \sum V^2 : n - C =$

---

---

повторений  $C_p = \sum P^2 : l_a l_b - C =$

---

---

остатка  $C_z = C_y - C_v - C_p =$

---

---

---

Таблица для определения сумм для главных эффектов и  
Взаимодействия

Фактор А (азот)	Фактор В (фосфор)			Суммы А
	В <sub>0</sub>	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	
а <sub>0</sub>				
а <sub>1</sub>				
Суммы В				$\sum X =$

Сумма квадратов для фактора А (азот):

$$C_A = \frac{\sum A^2}{l_B n} - C =$$

---

---

при степени свободы  $v = l_A - 1 =$

---

Сумма квадратов для фактора В (фосфор):

$$C_B = \frac{\sum B^2}{l_A n} - C =$$

---

---

при степени свободы  $v = l_B - 1 =$

---

Сумма квадратов для взаимодействия факторов А и В:

$$C_{AB} = Cv - (C_A + C_B) =$$

---

---

---

---

при степени свободы  $v = (l_A - 1)(l_B - 1) =$

---

Таблица дисперсионного анализа двухфакторного полевого опыта  
(2x3) с рандомизированными повторениями

Дисперсия	Суммы квадратов	Степени свободы	Средний квадрат $S^2$	F факт.	F <sub>05</sub>
Общая (C <sub>y</sub> )			-	-	-
Повторений (C <sub>p</sub> )			-	-	-
Фактора А (C <sub>A</sub> )					
Фактора В (C <sub>B</sub> )					
Взаимодействия (C <sub>AB</sub> )					
Остаток C <sub>z</sub>				-	-

Оценка существенности частных различий:

$$S \bar{x} = \sqrt{\frac{S_Z^2}{n}} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{2S_Z^2}{n}} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = \underline{\hspace{10em}}$$

Оценка существенности главных эффектов и взаимодействия:

для фактора А :  $Sd = \sqrt{\frac{2S_z^2}{nl_B}} =$  \_\_\_\_\_

$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd =$  \_\_\_\_\_

для фактора В и взаимодействия АВ:

$Sd = \sqrt{\frac{2S_z^2}{nl_A}} =$  \_\_\_\_\_

$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd =$  \_\_\_\_\_

Действие азотных и фосфорных удобрений на урожайность зерна  
ячменя, ц/га

Дозы азота (фактор А)	Дозы фосфора (фактор В)			Средние по фактору В $HCP_{05} =$
	В <sub>0</sub>	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	
а <sub>0</sub>				
а <sub>1</sub>				
Средние по фактору А $HCP_{05} =$				

$HCP_{05} =$  \_\_\_\_\_ для сравнения частных средних

Выводы:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**10. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ОПЫТА,  
РАЗМЕЩЕННОГО МЕТОДОМ ЛАТИНСКОГО КВАДРАТА  
И ЛАТИНСКОГО ПРЯМОУГОЛЬНИКА**

**Вопросы для самостоятельной работы:**

1. Латинский квадрат -

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Латинский прямоугольник -

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Схема дисперсионного анализа данных опытов, размещенных методом латинского квадрата и латинского прямоугольника -

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Задание.** Изучить и освоить технику дисперсионного анализа данных опытов, заложенных методом латинского квадрата (пример 1) и прямоугольника (пример 2), определить критерий  $F$  и сделать выводы. Проверить результаты с помощью программы STRAZ.

**Пример 1.** В полевом опыте с озимой пшеницей изучали сорта озимой пшеницы (сорт  $A$ , сорт  $B$ , сорт  $C$ , сорт  $D$ , сорт  $E$ ). Варианты (сорты) заложены по схеме латинского квадрата ( $5 \times 5$ ), провести дисперсионный анализ данных.

Схема размещения опыта  
и урожайность зерна озимой пшеницы, ц/га

Ряды	Столбцы					Суммы по		Средние по вариантам
	1	2	3	4	5	рядам $P$	вариантам, $V$	
1	33,2 $D$	31,1 $C$	33,6 $A$	34,5 $B$	33,8 $E$		$A$	$A$
2	40,9 $B$	32,7 $A$	39,6 $E$	37,7 $C$	36,3 $D$		$B$	$B$
3	35,8 $E$	28,7 $B$	37,9 $D$	32,8 $A$	34,5 $C$		$C$	$C$
4	34,2 $A$	35,6 $D$	36,8 $C$	40,2 $E$	34,9 $B$		$D$	$D$
5	31,2 $C$	34,7 $E$	26,8 $B$	33,7 $D$	31,2 $A$		$E$	$E$
Суммы $C$ по столбцам							$\sum X =$	$\bar{X} =$

Правильность вычисления сумм проверяют по равенству:  
 $\sum P = \sum C = \sum V = \sum X$

Решение:

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

Ряды	Столбцы					Суммы	
	$X_i = X - A$					P	V
	1	2	3	4	5		
1							
2							
3							
4							
5							
Суммы, C						$\sum X_i = \underline{\hspace{2cm}}$	

Схема дисперсионного анализа:  $C_y = C_c + C_p + C_v + C_z$

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

---

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

Суммы квадратов:

общая  $C_y = \sum X_i^2 - C =$

---



---

столбцов  $C_c = \sum C^2 : n - C =$

---



---

рядов  $C_p = \sum P^2 : n - C =$

---



---

вариантов  $C_v = \sum V^2 : n - C =$

---



---

остатка  $C_z = C_y - C_c - C_p - C_v =$

---



---

### Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Суммы квадратов	Степени свободы	Средний квадрат, $S^2$	F факт.	$F_{05}$
Общая ( $S_y$ )			-	-	-
Столбцов ( $S_c$ )			-	-	-
Рядов ( $S_p$ )			-	-	-
Вариантов ( $S_v$ )					
Остаток $S_z$				-	-

Оценка существенности частных различий:

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

$$Sd = \sqrt{\frac{2S_z^2}{n}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = \underline{\hspace{4cm}}$$

Урожайность зерна сортов озимой пшеницы, ц/га

Варианты (сорта)	Средняя урожайность	Отклонение от стандарта		Группа
		т/га	%	
A ( <i>st</i> )		-	-	<i>st</i>
B				
C				
D				
E				
HCP <sub>05</sub>	-			-

Вывод:

---



---



---



---



---

**Пример 2.** В полевом опыте изучали продуктивность сортов кукурузы по показателю урожая зеленой массы. Варианты опыта (сорта–А,В,С,Д,Е,Ф,Г,Н) заложены методом латинского прямоугольника (4х4х2). Провести дисперсионный анализ, разгруппировать сорта кукурузы и сделать вывод.

Схема размещения опыта и урожайность зеленой массы кукурузы, т/га

Ряды	Столбцы				Суммы по		Средние по вариантам
	1	2	3	4	рядам <i>P</i>	вариантам, <i>V</i>	
1	47 <i>E</i> 41 <i>A</i>	64 <i>G</i> 66 <i>C</i>	37 <i>B</i> 46 <i>F</i>	51 <i>D</i> 60 <i>H</i>		<i>A</i> <i>B</i>	<i>A</i> <i>B</i>
2	65 <i>G</i> 66 <i>C</i>	41 <i>E</i> 41 <i>A</i>	55 <i>D</i> 53 <i>H</i>	34 <i>B</i> 35 <i>F</i>		<i>C</i> <i>D</i>	<i>C</i> <i>D</i>
3	42 <i>F</i> 42 <i>B</i>	50 <i>H</i> 48 <i>D</i>	40 <i>E</i> 36 <i>A</i>	51 <i>G</i> 60 <i>C</i>		<i>E</i> <i>F</i>	<i>E</i> <i>F</i>
4	52 <i>H</i> 61 <i>D</i>	45 <i>F</i> 37 <i>B</i>	54 <i>G</i> 59 <i>C</i>	30 <i>E</i> 46 <i>A</i>		<i>G</i> <i>H</i>	<i>G</i> <i>H</i>
Суммы <i>C</i> по столбцам						$\sum X =$	$\bar{X} =$

Решение:

Правильность вычисления сумм проверяют по равенству:

$$\sum P = \sum C = \sum V = \sum X$$

Схема дисперсионного анализа:  $C_y = C_c + C_p + C_v + C_z$

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

---

Корректирующий фактор:  $C = (\sum X)^2 : N =$

---

Суммы квадратов:

общая  $C_y = \sum X^2 - C =$

---

столбцов  $C_c = \sum C^2 : l - C =$

---

рядов  $C_p = \sum P^2 : l - C =$

---



---

вариантов  $C_v = \sum V^2 : n - C =$

---



---

остатка  $C_z = C_y - C_c - C_p - C_v =$

---



---

### Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Суммы квадратов	Степени свободы	Средний квадрат, $S^2$	F факт.	$F_{05}$
Общая ( $C_y$ )			-	-	-
Столбцов ( $C_c$ )			-	-	-
Рядов ( $C_p$ )			-	-	-
Вариантов ( $C_v$ )					
Остаток $C_z$				-	-

Оценка существенности частных различий:

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

$$Sd = \sqrt{\frac{2S_z^2}{n}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = \underline{\hspace{2cm}}$$



## 11. ЛИНЕЙНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ И РЕГРЕССИЯ

### Вопросы для самостоятельной работы:

1. Корреляция -

---

---

---

---

2. Прямая корреляция –

---

---

---

---

3. Обратная корреляция -

---

---

---

---

4. Простая корреляция -

---

---

---

---

5. Множественная корреляция -

---

---

---

---

6. Линейная корреляция -

---

---

---

---

7. Криволинейная корреляция -

---

---

---

---



8. Коэффициент корреляции ( $r$ ) -

---

---

---

9. Коэффициент детерминации -

---

---

---

10. Запишите формулы для расчета:

коэффициента корреляции  $r =$  \_\_\_\_\_

ошибки коэффициента корреляции  $Sr =$  \_\_\_\_\_

критерия существенности корреляции  $t_r =$  \_\_\_\_\_

11. Теоретическое значение Стьюдента  $t$  находят по числу степеней свободы равно  $v_r =$  \_\_\_\_\_

12. При каких значениях коэффициента корреляции связь между зависимыми признаками :

полная –  $r =$  \_\_\_\_\_

сильная –  $r =$  \_\_\_\_\_

средняя –  $r =$  \_\_\_\_\_

слабая –  $r =$  \_\_\_\_\_

13. Регрессия -

---

---

---

14. Уравнение регрессии имеет вид:

---

---

---

**Задание.** Изучите корреляционно-регрессионный метод анализа результатов исследований. Вычислите коэффициенты прямой корреляции и регрессии, найдите уравнение регрессии и представьте данные графически.

**Пример.** Проанализируйте корреляционно-регрессионную зависимость между длиной листьев озимой пшеницы (см) и их площадью (см<sup>2</sup>).

Вычисление корреляционной зависимости между длиной листьев озимой пшеницы (признак X) и их площадью (признак Y)

Номер пар	Значение признаков		Отклонения		Произведения	Квадраты отклонений	
	длина листьев, см (X)	площадь листьев, см <sup>2</sup> (Y)	$\bar{x} - x$	$\bar{y} - y$	$(\bar{x} - x)(\bar{y} - y)$	$(\bar{x} - x)^2$	$(\bar{y} - y)^2$
1	16,0	6,2					
2	17,3	8,5					
3	18,5	10,1					
4	18,9	10,6					
5	20,1	11,4					
6	20,9	12,5					
7	21,3	13,3					
8	21,7	13,7					
9	22,3	14,2					
10	22,3	15,0					
11	22,6	15,7					
12	22,8	16,0					
13	23,0	17,6					
14	24,1	18,6					
15	25,4	20,4					
Суммы	$\sum X =$	$\sum Y =$	$\sum$	$\sum$	$\sum$	$\sum$	$\sum$
число пар $n=15$							

Решение:

Находим средние арифметические:

$$\bar{x} = \sum X : n = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$\bar{y} = \sum Y : n = \underline{\hspace{10cm}}$$

Коэффициент корреляции:

$$r = \frac{\sum(X - \bar{x}) \cdot (Y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(X - \bar{x})^2 \sum(Y - \bar{y})^2}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

Ошибка коэффициента корреляции:

$$S_r = \frac{\sqrt{1 - r^2}}{\sqrt{n - 2}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

Критерий достоверности коэффициента корреляции:

$$t_r = \frac{r}{S_r} = \underline{\hspace{10cm}}$$

Теоретическое значение критерия Стьюдента:

при  $\nu_r = n - 2 = \underline{\hspace{5cm}}$   $t_{05} = \underline{\hspace{5cm}}$

Доверительный интервал для коэффициента корреляции:

$r \pm t_{05} \cdot S_r = \underline{\hspace{10cm}}$

Вывод о достоверности связей:

---

---

---

---

---

---

При сильной и достоверной связи между признаками проводят регрессионный анализ:

Коэффициент регрессии:

$$R_{yx} = \frac{\sum(X - \bar{x}) \cdot (Y - \bar{y})}{\sum(X - \bar{x})^2} = \underline{\hspace{10cm}}$$

Ошибка коэффициента регрессии:

$$\frac{S_{R_{yx}} = S_r}{\sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2}{\sum (X - \bar{x})^2}}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

Доверительный интервал для коэффициента регрессии:

$$R_{yx} \pm t_{05} \cdot S_{R_{yx}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

Уравнение регрессии имеет вид:

$$Y = \bar{y} + R_{yx} (X - \bar{x}) = \underline{\hspace{10cm}}$$

Для графического изображения корреляционно-регрессионной зависимости по уравнению регрессии находим теоретические усредненные значения  $Y$  (при  $X_{\min}$  и  $X_{\max}$ ). По двум найденным точкам строим линию регрессии:

$$Y_{(X_{\min})} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$Y_{(X_{\max})} = \underline{\hspace{10cm}}$$

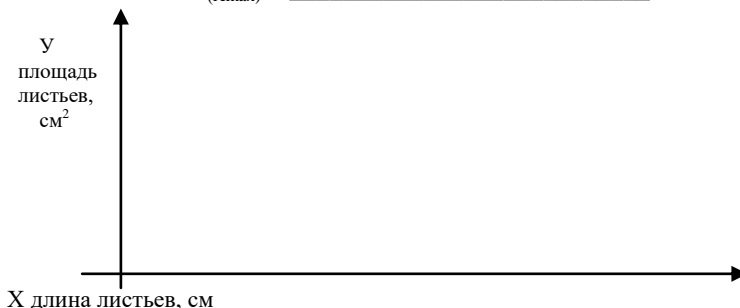


Рисунок. Теоретическая линия регрессии и точечный график

Выводы:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ВОПРОСЫ ДЛЯ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

### Вопросы для семинарского занятия №1

1. Краткая история опытного дела.
2. Сеть опытных учреждений в нашей стране и в Брянской области.
3. Структура и задачи научных учреждений.
4. Уровни и методы научных исследований в агрономии.
5. Основные требования, предъявляемые к полевому опыту.
6. Основные этапы планирования исследований.
7. Схема полевого опыта.
8. Варианты опыта. Повторность и повторение.
9. Основные элементы методики полевого опыта.
10. Методы учета урожайности. Дробный учет урожая в опыте.
11. Методы поправок на изреженность.
12. Документация и отчетность по опыту.
13. Основные требования к научному отчету.

### Вопросы для семинарского занятия №2

1. Классификация агрономических опытов.
2. Требования, предъявляемые к опытам.
3. Размещение делянок и повторений в опыте. Защитные полосы.
4. Классификация методов размещения вариантов.
5. Систематические методы размещения вариантов.
6. Стандартные методы размещения вариантов.
7. Рендомизированные (случайные) методы размещения вариантов.
8. Метод рендомизированных повторений.
9. Латинский квадрат и латинский прямоугольник.
10. Метод расщепленных делянок.
11. Требования к схеме однофакторного и многофакторного опыта.

### Вопросы для семинарского занятия №3

1. Роль и место производственного опыта.
2. Закономерности пространственной изменчивости плодородия почвы.
3. Понятие о случайном и закономерном варьировании плодородия.
4. Выбор и подготовка участка под опыт.
5. Классификация ошибок в полевом опыте.
6. Планирование наблюдений и учетов в опыте.
7. Основные этапы закладки полевого опыта.
8. Требования к полевым работам на опытном участке.
9. Особенности полевых опытов при работе на лугах и пастбищах, полях, защищенных лесными полосами, в эрозионных районах.

10. Особенности методики Государственного сортоиспытания.
11. Опыты в условиях орошения.

#### **Вопросы для семинарского занятия №4**

1. Значение математической статистики для планирования исследований и обработки данных опытов.
2. Генеральная совокупность и выборка.
3. Эмпирические и теоретические распределения.
4. Понятие об изменчивости. Виды изменчивости.
5. Статистические характеристики количественной изменчивости.
6. Статистические характеристики качественной изменчивости.
7. Понятие о нулевой гипотезе и методы ее проверки.
8. Сущность дисперсионного анализа.
9. Схема (модель) однофакторного дисперсионного анализа вегетационного опыта.
10. Схема (модель) однофакторного дисперсионного анализа полевого опыта, заложенного методом рандомизированных повторений.

#### **Вопросы для семинарского занятия №5**

1. Преобразование дат при обработке наблюдений (анализов).
2. Доверительные интервалы и критерии существенности.
3. Прямолинейная корреляция и регрессия.
4. Ковариация.
5. Дисперсия, стандартное отклонение и коэффициент вариации.
6. Абсолютная и относительная ошибка среднего.
7. Наименьшая существенная разность (НСР). Группировка вариантов по НСР.
8. Браковка сомнительных дат. Нулевая гипотеза и методы ее проверки.
9. Оценка существенности разности долей.
10. Оценка разности между выборочными долями.
11. Определение объема выборки для количественной и качественной изменчивости.

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ

### КОЛЛОКВИУМ ПО ТЕМЕ «ОПЫТНОЕ ДЕЛО: КРАТКАЯ ИСТОРИЯ, ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ»

Дополнить:

1. **Первым высшим учебным заведением в России** была \_\_\_\_\_ академия, основанная в 1615 г., а ее первым ученым-естествоиспытателем, ботаником, метеорологом был \_\_\_\_\_.
2. **Выражение:** «Один опыт я ставлю выше тысячи мнений, рожденных единственно воображением» принадлежат великому ученому \_\_\_\_\_.
3. **Научными исследованиями** руководило «Вольное экономическое общество», организованное в \_\_\_\_\_ г.
4. **Первые опытные работы** были начаты в \_\_\_\_\_ г. М. Г. Ливановым в с. Богоявленское вблизи г. Николаева, а первое опытное учреждение (Бутырский хутор) создано под \_\_\_\_\_ в \_\_\_\_\_.
5. **Первое опытное поле** было организовано в \_\_\_\_\_ г. в Горы-Горецком (Белоруссия).
6. **По инициативе** \_\_\_\_\_ в 1867 г. было заложено четыре опытных поля в Московской, Петербургской, Смоленской и Симбирской губерниях.
7. **В 1895—1897 гг. организованы** первые опытные \_\_\_\_\_ : Вятская, Энгельгардская и Ивановская.
8. **Центральный научно-исследовательский институт** по сельскому хозяйству был создан в \_\_\_\_\_ году.
9. **Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук** организована в \_\_\_\_\_ году во главе с выдающимся ученым \_\_\_\_\_.
10. **Первая кафедра опытного дела** в России была организована \_\_\_\_\_, который написал фундаментальную работу «Основы сельскохозяйственного опытного дела».
11. **Огромный вклад в опытное дело** внесли ученые \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_.

Установить правильную последовательность:

12. **Различают следующие этапы научных исследований:**
  - - планирование, организация опыта (эксперимента) и его проведение
  - - изучение условий и методов решения задач;
  - - формулирование исходных гипотез и их теоретический



- анализ;
- - проверка исходных гипотез на основе исследованных факторов,
- - анализ и обобщение результатов опыта;
- - предварительный анализ информации по исследуемому вопросу;
- - внедрение предложений в производство по результатам исследований;
- - окончательное формулирование новых закономерностей, их объяснение.

Обвести кружком номер правильного ответа:

**13. Элементарной единицей среди научных учреждений является:**

1. опорный пункт
2. научный отдел
3. научная лаборатория
4. научно исследовательский институт
5. академия сельскохозяйственных наук

**14. Научное учреждение, которое разрабатывает теоретические проблемы с.-х. науки и практические рекомендации для развития определенных отраслей агрономии (может быть как зональным, так и отраслевым):**

1. опорный пункт
2. научный отдел
3. научная лаборатория
4. научно исследовательский институт
5. академия сельскохозяйственных наук

**15. Изучение конкретного объекта, явления или предмета для раскрытия закономерностей его возникновения и развития (характерные черты: объективность, возможность воспроизведения, доказательность и точность результатов):**

1. Научная гипотеза
2. Научное наблюдение
3. Научное исследование
4. Научное моделирование
5. Научное абстрагирование

**16. Научное предположение, истинное значение которого является неопределенным:**

1. Инверсия
2. Индукция
- 3 Эксперимент

4. Дедукция

5. Гипотеза

**17. Метод познания, с помощью которого в искусственно созданных и контролируемых условиях изучают объекты и происходящие в них процессы:**

1. Эксперимент

2. Наблюдения

3. Индукция

4. Дедукция

5. Формализация

**18. Целенаправленное сосредоточение внимания исследователя на явлениях, происходящих в эксперименте, их количественная и качественная регистрация:**

1. Индукция

2. Дедукция

3. Наблюдения

4. Анализ

5. Синтез

Дополнить:

**19. Метод исследований**, с помощью которого исследуемый объект мысленно или физически расчленяют на составные части для детального изучения - \_\_\_\_\_.

**20. Соединение расчлененных и проанализированных частей** исследуемого объекта или нескольких объектов в единое целое называется \_\_\_\_\_.

**21. Метод исследований**, с помощью которого суждения ведут от фактов к конкретным выводам - \_\_\_\_\_.

**22. Дедукция** — метод исследований, который позволяет \_\_\_\_\_.

**23. Абстрагирование** — мысленное выделение \_\_\_\_\_.

**24. Метод исследования** объектов, процессов и явлений на их моделях – это \_\_\_\_\_.

**25. Метод необычного изучения объектов**, явлений (под определенным углом и даже с противоположной стороны); соединение несовместимого, деление неделимого (отказ от общепринятых взглядов и приемов) - \_\_\_\_\_.

## КОЛЛОКВИУМ ПО ТЕМЕ «АГРОНОМИЧЕСКИЕ ОПЫТЫ»

Обвести кружком номер правильного ответа:

**1. Исследование, осуществляемое в полевой обстановке на специально выделенном участке для оценки действия различных вариантов (сортов) на урожай растений и его качество:**

1. Полевой опыт (эксперимент)
2. Факториальный опыт
3. Научные исследования
4. Полевые исследования
5. Производственные исследования

Дополнить:

**2. Агронимические опыты объединяют в две большие группы:**  
\_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.

**3. Мелкоделяночные опыты** проводят на опытных делянках площадью до \_\_\_ м<sup>2</sup>, лабораторно-полевые \_\_\_ м<sup>2</sup> и полевые- \_\_\_\_\_ м<sup>2</sup>.

**4. В демонстрационных опытах** площадь опытных делянок обычно в два раза больше, чем в полевых опытах научных учреждений, и составляет \_\_\_\_\_ м<sup>2</sup>.

**5. Посевы, проводимые на опытном участке в годы, предшествующие проведению опыта для снижения пестроты плодородия:**

1. Рекогносцировочные посевы
2. Уравнительные посевы
3. Разведывательные

**6. Сплошной посев одной культуры, предшествующий закладке опыта и проводимый для выявления степени однородности почвенного плодородия на площади путём дробного учёта урожая:**

1. Уравнительный посев
2. Рекогносцировочный посев

Дополнить:

**7. Для обозначения границ и фиксации углов опытного участка** устанавливают \_\_\_\_\_.

**8. Определение задач и объектов исследований** осуществляется на этапе \_\_\_\_\_ эксперимента.

9. **Фактор** — это элемент агротехники или \_\_\_\_\_.

10. По количеству изучаемых факторов выделяют \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ опыты.

11. В \_\_\_\_\_ опытах изучают лишь один фактор (только различные площади питания, только сроки посева или же несколько сортов растений, но на одном агротехническом фоне).

12. \_\_\_\_\_ опыты включают одновременно несколько факторов — различные площади питания, сроки посева, несколько сортов и т.п. Эти опыты более сложные, однако они дают больше информации и поэтому имеют большую научную и практическую ценность.

13. Часть учётной делянки, исключённой из учёта вследствие случайных повреждений или ошибок допущенных во время работы называют \_\_\_\_\_.

14. Для исключения влияния соседних вариантов друг на друга при закладке опыта предусматривают \_\_\_\_\_.

15. В \_\_\_\_\_ опыте площадь делянки не превышает 10 м<sup>2</sup>.

16. В \_\_\_\_\_ опыте площадь делянки может составлять 100-3000 м<sup>2</sup> и более.

Обвести кружком номер правильного ответа:

17. При закладке опыта по схеме латинского квадрата рационально чтобы, число вариантов было не менее:

1. 3-х
2. 4-х
3. 5-ти
4. 6-ти
5. 7-ми

18. Шахматный метод размещения делянок позволяет:

1. Оценить пестроту плодородия почвы
2. Полно охватить пестроту почвенного плодородия и уменьшить варьирования
3. Уменьшить число делянок
4. Увеличить число делянок

**19. Боковые защитные полосы наиболее часто имеют ширину:**

1. 0,2-0,3 м
2. 0,5-1,0 м
3. 0,5-1,5 м
4. 1,0-1,5 м
5. 1,0-2,0 м

**20. Концевые защитные полосы наиболее часто имеют ширину:**

1. не менее 0,5 м
2. 1,0-1,5 м
3. 1,5-2,0 м
4. не менее 2,0 м

**21. Защитные полосы убирают:**

1. Перед уборкой учётной площади
2. После уборки учётной площади

**22. Рационально размещать делянки:**

1. Длинной стороной вдоль направления изменения плодородия почвы
2. Длинной стороной поперёк направления изменения плодородия почвы

**23. Размер делянки в микрополевым опыте составляет:**

1.  $>5 \text{ м}^2$
2.  $<10 \text{ м}^2$
3.  $10-25 \text{ м}^2$

**24. В конкурсном сортоиспытании наиболее часто культуры высевают на делянках площадью:**

1.  $10-25 \text{ м}^2$
2.  $10-50 \text{ м}^2$
3.  $50-100 \text{ м}^2$
4.  $>100 \text{ м}^2$

**25. Площадь делянки в производственном опыте составляет:**

1.  $25-50 \text{ м}^2$
2.  $50-100 \text{ м}^2$
3.  $100-250 \text{ м}^2$
4.  $100-3000 \text{ м}^2$  и более

Обвести кружком номер правильного ответа:

**26. Комплексное научное исследование, которое проводится непосредственно в производственных условиях бригадами, отделениями, хозяйствами или группой хозяйств:**

1. Полевой опыт
2. Производственный опыт
3. Научные исследования
4. Полевые исследования

Установить соответствие:

<b>27. Виды опытов</b>	<b>Длительность их проведения</b>
А. Разведывательные (временные)	1. 3-10 лет
Б. Краткосрочные опыты	2. 11-50 лет
В. Многолетние опыты	3. 1-2 года
Г. Длительные опыты	4. более 50 лет

Ответы: А \_\_\_\_\_, Б \_\_\_\_\_, В \_\_\_\_\_, Г \_\_\_\_\_.

Обвести кружком номер правильного ответа:

**28. Опыты призванные пропагандировать достижения науки и передового опыта непосредственно на производстве, их закладывают в передовых показательных хозяйствах для наглядной демонстрации:**

1. Производственные опыты
2. Вегетационные опыты
3. Демонстрационные (показательные)
4. Опыты в теплицах
5. Лизиметрические опыты

**29. Комплексные научные исследования, целью которых является изучение не отдельных элементов агротехники, а технологий в целом, организационно-хозяйственных мероприятий, их проводят на территории бригад и отдельных хозяйств:**

1. Производственные опыты
2. Вегетационные опыты
3. Демонстрационные (показательные)
4. Опыты в теплицах
5. Лизиметрические опыты

Дополнить:

**30. Вегетационный домик - \_\_\_\_\_.**

31. **Вегетационный сосуд** - \_\_\_\_\_.

32. **Фитотрон** - \_\_\_\_\_.

33. **Лизиметр** - \_\_\_\_\_.

Обвести кружком номер правильного ответа:

**34. Опыты, которые проводят в вегетационных домиках и в специальных емкостях, называемых вегетационными сосудами:**

1. Производственные опыты
2. Вегетационные опыты
3. Демонстрационные (показательные)
4. Опыты в теплицах
5. Лизиметрические опыты

**35. Опыты, которые проводят в специальных камерах для выращивания растений в строго регулируемых с помощью автоматики искусственных условиях:**

1. Фитотроны
2. Вегетационные
3. Демонстрационные
4. Опыты в теплицах
5. Лизиметрические

**36. Опыты где, растения выращивают в очень больших сосудах в поле (внизу сосуда есть отверстие, чтобы собирать промывные воды для последующих химических анализов):**

1. Фитотроны
2. Вегетационные
3. Демонстрационные
4. Опыты в теплицах
5. Лизиметрические

Дополнить:

**37. Опыты по** \_\_\_\_\_ — это изучение и оценка сортов и гибридов сельскохозяйственных культур в сравнении со стандартом (контрольным сортом).

**38. Станционное** \_\_\_\_\_ осуществляют в селекционно-опытных учреждениях, оценивая \_\_\_\_\_, выведенные в этом селекционном учреждении или в вузе.

**39. Государственное \_\_\_\_\_** это заключительный этап селекционного процесса, после которого наиболее удачные \_\_\_\_\_ получают официальное признание как лучшие в сравнении со стандартами (контролями).

### **КОЛЛОКВИУМ ПО ТЕМЕ «ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕТОДИКИ ПОЛЕВОГО ОПЫТА»**

Обвести кружком номер правильного ответа:

**1. Совокупность взаимосвязанных 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:**

1. Опытное дело в полеводстве
2. Требования к полевому опыту
3. Требования к вегетационному опыту
4. Требования к производственному опыту
5. Методика полевого опыта

**2. Изучаемое растение, сорт, условия возделывания, агротехнический прием или их сочетание**

1. Повторение
2. Вариант опыта
3. Повторность
4. Вариация
5. Градация

**3. Один или несколько вариантов, с которыми сравнивают опытные варианты.**

1. Контроль (стандарт)
2. Группа вариантов
3. Совокупность
4. Повторность
5. Повторение

**4. Совокупность опытных и контрольных вариантов, объединенных общей идеей:**

1. Научная тема
2. Научная гипотеза
3. Научный эксперимент



4. Полевой опыт
5. Схема опыта

**5. Часть площади опытного участка, включающего делянки с полным набором вариантов схемы опыта:**

1. Повторение
2. Повторность
3. Варианты опытные
4. Блоки опыта
5. Схема опыта

**6. Число одноименных делянок каждого варианта в полевом опыте:**

1. Варианты опытные
2. Блоки опыта
3. Схема опыта
4. Повторение
5. Повторность

Продолжить фразу:

**7. Повторность опыта в пространстве \_\_\_\_\_.**

**8. Повторность опыта во времени - \_\_\_\_\_.**

Обвести кружком номер правильного ответа:

**9. Элементарная единица полевого опыта**, часть площади опыта, имеющая определенный размер и форму и предназначенная для размещения отдельного варианта.

1. Выборка
2. Делянка учетная
3. Делянка опытная
4. Учетная часть
5. Защитная часть

**10. Часть площади опытной делянки, предназначенной для учета урожая (без боковых и концевых защиток):**

1. Делянка учетная
2. Делянка опытная
3. Учетная часть
4. Защитная часть
5. Выключка

**11. Часть повторения, компактная группа** нескольких делянок опыта (неполных повторений).

1. Вариант
2. Делянка учетная
3. Защитная полоса
4. Блок

**12. Часть учетной делянки, исключенной из учета** вследствие случайных повреждений или ошибок, допущенных при проведении опыта.

1. Блок
2. Учетная часть
3. Защитная часть
4. Выбраковка
5. Выключка

**13. Стандартное размещение вариантов**, при котором контрольный вариант (стандарт) размещается через два опытных варианта

1. Ямб-метод
2. Дактиль-метод
3. Контроль-метод
4. Стандарт-метод
5. Шахматный метод

Дополнить:

**14. Число повторений равно числу вариантов**, и общее число делянок равно квадрату числа вариантов при размещении вариантов методом латинского \_\_\_\_\_.

Обвести кружком номер правильного ответа:

**15. Схема рандомизированного размещения вариантов в основе которой лежит латинский квадрат (число вариантов должно быть кратным повторности (4x4x3)):**

1. Латинский прямоугольник
2. Латинский квадрат
3. Шахматное размещение
4. Случайное размещение
5. Размещение рядами

**16. Метод закладки эксперимента**, в котором делянки одного опыта используются как блоки для другого, т.е. расщепляются на делянки второго порядка, а последние на более мелкие делянки третьего порядка:

1. Метод рендомизированных повторений
2. Метод расщепленных делянок
3. Метод латинского прямоугольника
4. Метод латинского квадрата
5. Метод шахматного размещения

Выбрать правильный ответ:

**17. Метод расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов используют для закладки:**

1. многофакторных опытов
2. однофакторных опытов

Обвести кружком номер правильного ответа:

**18. Метод закладки эксперимента, в котором варианты по делянкам размещены в случайном порядке по таблице случайных чисел или по жребию:**

1. Метод латинского прямоугольника
2. Метод латинского квадрата
3. Метод шахматного размещения
4. Метод расщепленных делянок
5. Метод рендомизированных повторений

**19. Сплошной посев одной культуры для выравнивания - плодородия почвы участка, выбранного для закладки опыта:**

1. Почвозащитный посев
2. Опытный посев
3. Рекогносцировочный посев
4. Уравнивательный посев
5. Разведывательный посев

**20. Сплошной посев одной культуры, предшествующий закладке полевого опыта и проводимый для выявления степени однородности (путем дробного учета урожая) почвенного плодородия на площади опыта:**

1. Почвозащитный посев
2. Опытный посев
3. Рекогносцировочный посев
4. Уравнивательный посев
5. Разведывательный посев

**21. Метод расположения вариантов полевого опыта, когда порядок вариантов в каждом повторении определяется по жребию или таблице случайных чисел:**

1. Систематический
2. Стандартный
3. Расщепленных делянок
4. Рендомизации
5. Шахматный

**22. Метод расположения вариантов полевого опыта, когда порядок следования вариантов в каждом повторении подчиняется определенной системе (последовательно или в шахматном порядке):**

1. Систематический
2. Стандартный
3. Расщепленных делянок
4. Рендомизации
5. Шахматный

**23. Метод расположения вариантов полевого опыта, когда контрольные варианты (стандарты) располагаются через 1—2 опытных варианта:**

1. Систематический
2. Стандартный
3. Расщепленных делянок
4. Рендомизации
5. Шахматный

**24. 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:**

1. Латинский квадрат
2. Шахматный метод
3. Стандартный метод
4. Расщепленных делянок
5. Рендомизации

**25. Стандартное размещение вариантов, при котором опытный вариант чередуется со стандартом:**

1. Ямб-метод
2. Дактиль-метод
3. Контроль-метод
4. Стандарт-метод
5. Шахматный метод

## КОЛЛОКВИУМ ПО ТЕМЕ «УЧЕТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ В ОПЫТАХ»

Дополнить:

1. **Перед уборкой с учетных делянок необходимо убрать урожай на всех выключках и защитных полосах, чтобы избежать**  
\_\_\_\_\_.
2. **Пересчет урожайности зерна пшеницы, ржи, ячменя, овса, гречи-  
хи, проса и т.п. осуществляется на \_\_\_\_\_ % стандартную влажность.**
3. **Пересчет урожайности зерна кукурузы осуществляется на \_\_\_\_\_  
% стандартную влажность.**
4. **Пересчет урожайности семян многолетних бобовых трав осу-  
ществляется на \_\_\_\_\_ % стандартную влажность.**

Обвести кружком номер правильного ответа:

5. **Учет урожая рекогносцировочного посева одинаковыми (10—  
50—100 м<sup>2</sup>) делянками.**
  1. Сплошной учет
  2. Рекогносцировочный учет
  3. Частичный учет
  4. Деляночный учет
  5. Дробный учет
6. **Метод учета урожая, при котором всю товарную часть про-  
дукции (зерно, клубни, волокно, сено и т. п.) взвешивают и учиты-  
вают со всей площади каждой учетной делянки полевого опыта:**
  1. Учет урожая сплошной
  2. Учет урожая дробный
  3. Учет урожая полный
  4. Учет урожая деляночный
  5. Учет урожая по пробным снопам
7. **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:**
  1. Учет урожая сплошной
  2. Учет урожая дробный

3. Учет урожая полный
4. Учет урожая деляночный
5. Учет урожая по пробным снопам

**8. Сноповые образцы на посевах зерновых колосовых, бобовых и крупяных культур сплошного посева отбирают до уборки урожая:**

1. За день
2. За два дня
3. За три дня
4. За неделю
5. За две недели

**9. Показатель, который определяют взвешиванием двух навесок по 500 зерен (семян) с точностью до 0,01 г:**

1. Натура зерна
2. Масса 500 зерен (семян)
3. Масса 1000 зерен (семян)
4. Лабораторный вес семян
5. Объемная масса зерна (семян)

**10. Показатель, характеризующийся массой зерна (семян) в объеме 1 литр, его определяют с помощью специальных весов — пурок разного объема — 0,25; 0,5 или 1 л:**

1. Натура зерна
2. Масса 500 зерен (семян)
3. Масса 1000 зерен (семян)
4. Лабораторный вес семян
5. Объемная масса зерна (семян)

**11. Семена, у которых на время определения всхожести имеются нормально развитые росток и корешки, а главный корешок по длине не короче самого семени, называются:**

1. Нормальными
2. Угнетенными
3. Проросшими
4. Непроросшими
5. Годными

**12. Семена, которые характеризуются недоразвитыми корешками и одним стебельком или в которых корешок и росток совсем отсутствуют, а сама зерновка или семянка загнила, считаются:**

1. Нормальными

2. Проросшими
3. Непроросшими
4. Годными

**13. Число проросших семян в пробе из 100 семян в % называется:**

1. Всхожестью
2. Жизнеспособностью
3. Посевной годностью
4. Энергией прорастания
5. Силой роста

**14. Показатель, который оценивают по количеству живых семян в пробе:**

1. Всхожесть
2. Посевная годность
3. Жизнеспособность
4. Энергия прорастания
5. Сила роста

**15. Показатель характеризуется процентным содержанием чистых и одновременно всхожих семян в пробе:**

1. Всхожесть
2. Посевная годность
3. Жизнеспособность
4. Энергия прорастания
5. Сила роста

**16. Показатель качества семян, который позволяет оценить их по всхожести и способности ростков пробиться на поверхность для образования нормальных всходов:**

1. Всхожесть
2. Посевная годность
3. Жизнеспособность
4. Энергия прорастания
5. Сила роста

Дополнить:

**17. Поврежденность зерновых культур скрытностебельными вредителями (*гессенская и шведская мухи, стеблевые блохи*) учитывают при осмотре \_\_\_\_ растений на делянке, отобранных подряд в пяти равномерно отдаленных друг от друга местах в день проведения анализа**

**18. При осмотре поврежденных вредителями растений** на озимых культурах пробы отбирают дважды: в фазу \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_, а на яровых — в фазе \_\_\_\_\_.

**19. Поврежденность зерна** различными вредителями определяют непосредственно перед \_\_\_\_\_, при этом на делянке отбирают по 100 колосьев и анализируют их, учитывая процент и степень поврежденности зерна.

**20. Поврежденность зерновых бобовых культур** различными вредителями:

- обгрызенные края листьев, всходов характерно для \_\_\_\_\_;
- поврежденная подземная часть проростков \_\_\_\_\_;
- грубое объедание листьев, бутонов и соцветий гусеницами \_\_\_\_\_;
- проколы на цветках, оставленные \_\_\_\_\_;
- поврежденные соцветия вики личинками \_\_\_\_\_;
- проеденные гусеницами \_\_\_\_\_ стенки бобов.

**21. Поврежденность листьев многолетних бобовых трав** *клубеньковыми долгоносиками* определяют в разные периоды вегетации путем осмотра \_\_\_\_\_ растений на делянке.

**22. Для культур \_\_\_\_\_ отмечают следующие фенофазы:** всходы (начальные и полные); кущение; колошение, или выбрасывание метелки (начальное и полное); цветение; молочная, восковая (хозяйственная) и полная спелость зерна.

**23. Для \_\_\_\_\_ культур отмечают даты прекращения** осенней вегетации и возобновления ее весной.

**24. Для \_\_\_\_\_ отмечают следующие фазы развития растений:** всходы (начальные и полные), цветение (начальное и полное), побурение первых плодов и хозяйственная (уборочная) спелость.

**25. Для \_\_\_\_\_ отмечают фазы появления всходов и полные всходы, начало и полное выбрасывание метелок, начало и полное цветение початков, молочную, молочно-восковую, восковую и полную спелость.**



## КОЛЛОКВИУМ ПО ТЕМЕ «СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ»

Обвести кружком номер правильного ответа:

**1. Распределение, отличающееся от нормального увеличением частот правой или левой части вариационной кривой.**

1. Нормальное распределение
2. Асимметричное или скошенное распределение
3. Симметричное распределение
4. Несимметричное распределение

**2. Свойство условных единиц — растений, урожаев на параллельных делянках полевого опыта отличаться друг от друга даже в однородных совокупностях.**

1. Изменчивость
2. Вариабельность
3. Вероятность
4. Коэффициент вариации
5. Коэффициент детерминации

**3. Ряд данных, в которых указаны значения варьирующего признака в порядке возрастания или убывания и соответствующие им численности объектов — частоты**

1. Градации
2. Вариации
3. Группировка данных
4. Вариационный ряд
5. Ранжированный ряд

**4. Мера объективной возможности события, отношение числа благоприятных случаев к общему числу всех возможных случаев.**

1. Вероятность
2. Объективность
3. Достоверность
4. Случайность

**5. Метод анализа результатов эксперимента, заключающийся в разложении общей изменчивости результативного признака на части — компоненты, соответствующие повторениям, вариантам, ошибкам случайного порядка и т. д. (значимость действия изучаемых факторов оценивают по F-критерию и  $НСР_{05}$ ).**

1. Корреляционный анализ
2. Дисперсионный анализ
3. Регрессионный анализ
4. Пробит-анализ
5. Ковариационный анализ

**6. 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.**

1. Типичность
2. Уровень значимости
3. Значимость
4. Существенность
5. Достоверность опыта

**7. Мера объективной возможности (риск) сделать ошибочное заключение при оценке результатов опыта (Обозначается  $P_{0,95}$ ,  $P_{0,99}$ ,  $P_{0,999}$ ).**

1. Ошибка
2. Значимость (существенность)
3. Объективность
4. Репрезентативность
5. Риск

Дополнить:

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

Обвести кружком номер правильного ответа:

**9. Вариабельность, вариация, колеблемость индивидуальных значений признаков  $X$  около среднего значения  $x$  (основной мерой является дисперсия  $S^2$  и стандартное отклонение  $S$ ).**

1. Изменчивость
2. Корреляция
3. Вариация
4. Дисперсия
5. Размах

**10. Статистический метод определения тесноты и формы связи между признаками.**

1. Ковариационный анализ
2. Дисперсионный анализ
3. Регрессионный анализ
4. Пробит-анализ
5. Корреляционный анализ

**11. Взаимосвязь между признаками, заключающаяся в том, что средняя величина значений одного признака меняется в зависимости от изменения другого признака:**

1. Дисперсия
2. Корреляция
3. Регрессия
4. Изменчивость
5. Вариация

**12. Относительный показатель изменчивости признака, представляет отношение стандартного отклонения  $S$  к средней арифметической, выраженный в процентах.**

1. Коэффициент регрессии
2. Коэффициент детерминации
3. Коэффициент вариации
4. Наименьшая существенная разность
5. Относительная ошибка

Дополнить:

**13. Обозначается буквой  $V$  коэффициент \_\_\_\_\_.**

**14. Статистический показатель тесноты (силы) связи – коэффициент \_\_\_\_\_.**

Обвести кружком номер правильного ответа:

**15. Коэффициент, который показывает процент (долю) тех изменений, которые в данном явлении зависят от изучаемого фактора (равняется квадрату коэффициента корреляции):**

1. Коэффициент регрессии
2. Коэффициент детерминации
3. Коэффициент вариации
4. Критерий Стьюдента
5. Критерий Фишера

**16. Число, показывающее, в каком направлении и на какую величину изменяется в среднем зависимая переменная  $Y$  (результативный признак) при изменении независимой переменной  $X$  на единицу измерения:**

1. Критерий Стьюдента
2. Критерий Фишера
3. Коэффициент детерминации
4. Коэффициент вариации
5. Коэффициент регрессии

**17. Величина, указывающая границу минимальной разности в урожаях между средними, которая в данном опыте признается существенной при 5%-ном или 1%-ном уровне значимости:**

1. Ошибка средних
2. Стандартное отклонение
3. Уровень значимости
4. Критерий достоверности
5.  $НСР_{05}$  и  $НСР_{01}$

**18. Мера расхождения между результатами выборочного исследования и истинным значением измеряемой величины:**

1. Уровень значимости
2. Достоверность
3. Точность опыта
4. Ошибка опыта
5. Стандартное отклонение

**19. Обозначается буквой  $P$ , в агрономических исследованиях допускается 5% и 1%:**

1. Показатель риска
2. Достоверность значения
3. Точность опыта
4. Уровень значимости
5. Относительная ошибка

**20. Многофакторный опыт, схема которого включает все возможные сочетания (комбинации) факторов, что позволяет установить действие и взаимодействие изучаемых факторов:**

1. Факториальный опыт
2. Полевой опыт
3. Производственный опыт

4. Научные исследования
  5. Полевые исследования
- 21. Соответствие условий проведения опыта почвенно-климатическим и агротехническим условиям сельскохозяйственного производства данной зоны.**
1. Типичность (репрезентативность)
  2. Достоверность опыта
  3. Точность опыта
  4. Вариабельность
  5. Значимость
- 22. Ошибка средней  $S_x\%$ , выраженная в процентах от соответствующей средней:**
1. Коэффициент вариации
  2. Коэффициент детерминации
  3. Относительная ошибка
  4. Абсолютная ошибка
  5. Погрешность
- 23. Число свободно варьирующих величин, обозначается буквой  $v$  и в простейшем случае равно числу всех наблюдений минус единица ( $n-1$ ):**
1. Число вариации
  2. Число степеней свободы
  3. Число детерминации
  4. Число ошибки
  5. Число погрешности
- 24. Отношение числа случаев с данным событием  $n$  к числу всех возможных случаев  $N$  составляет ( $P = n/N$ ):**
1. Уровень достоверности
  2. Уровень безошибочности
  3. Уровень значимости
  4. Уровень вероятности
- 25. Показатель, позволяющий судить о надежности выводов, подтверждающих или опровергающих статистическую гипотезу:**
1. Критерий достоверности
  2. Критерий безошибочности
  3. Критерий Стьюдента
  4. Критерий Фишера

26. Критерий (t) прямо пропорциональный разности средних арифметических (или разности между долями) и обратно пропорционален ошибке разности, его расчетное значение критерия сравнивают с теоретическими значениями на определенных уровнях значимости:

1. Критерий значимости
2. Критерий безошибочности
3. Критерий Стьюдента
4. Критерий Фишера

27. Критерий достоверности (F) прямо пропорционален дисперсии вариантов и обратно пропорционален дисперсии остатка:

1. Критерий значимости
2. Критерий безошибочности
3. Критерий Стьюдента
4. Критерий Фишера

Дополнить:

28. Для малых и больших выборок вычисляют следующие статистические характеристики: среднюю арифметическую - \_\_\_\_\_, дисперсию \_\_\_\_\_, стандартное отклонение \_\_\_\_\_, ошибку средней арифметической \_\_\_\_\_, коэффициент вариации \_\_\_\_\_, относительную ошибку средней арифметической \_\_\_\_\_.

29. Для анализа качественной изменчивости вычисляют следующие статистические характеристики: \_\_\_\_\_ p, \_\_\_\_\_ q, \_\_\_\_\_ s, \_\_\_\_\_  $V_p$ , \_\_\_\_\_ sp.

30. Общий объем выборки обозначают буквой \_\_\_\_\_, а число объектов с данным признаком — \_\_\_\_\_.

31. Интервал, который с заданной вероятностью покрывает оцениваемый интервал значений, называют \_\_\_\_\_.

32. Крайние точки интервала – начало  $\bar{x} - tS_{\bar{x}}$  и конец  $\bar{x} + tS_{\bar{x}}$  - называют \_\_\_\_\_ границами.

Обвести кружком номер правильного ответа:

33. По формуле  $\bar{x} = \Sigma X/n$  вычисляют:

1. Среднюю арифметическую простую
2. Среднюю арифметическую взвешенную
3. Относительную ошибку выборочной средней
4. Стандартное отклонение
5. Дисперсию

34. Показатель представляет собой корень квадратный из дисперсии:

1. Средняя арифметическая простая
2. Средняя арифметическая взвешенная
3. Относительная ошибка выборочной средней
4. Стандартное отклонение

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\Sigma(X - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

35. По формуле определяют:

1. Ошибку выборочной средней
2. Среднюю арифметическую взвешенную
3. Относительную ошибку выборочной средней
4. Стандартное отклонение

$$s_{\bar{x}}\% = 100(s_{\bar{x}}/\bar{x})$$

36. По формуле определяют:

1. Ошибку выборочной средней
2. Среднюю арифметическую взвешенную
3. Относительную ошибку выборочной средней
4. Стандартное отклонение

37. Чем меньше относительная ошибка, тем точность средней арифметической:

1. Выше
2. Ниже
3. Не зависит от ошибки

38. Точность средней арифметической принято считать высокой при  $Sx$  %:

1.  $\leq 3$  %
2. 3 - 6 %
3.  $>6-7$  %

**39. Отношение ошибки выборочной средней к соответствующей средней арифметической, выраженное в процентах:**

1. Средняя арифметическая простая
2. Средняя арифметическая взвешенная
3. Относительная ошибка выборочной средней
4. Стандартное отклонение

**40. Отношение числа объектов с данным признаком к общему числу объектов, т.е. к объему выборки, рассчитанное по формуле  $p = n/N$ :**

1. Доля наличия признака
2. Доля отсутствия признака
3. Интервал групп
4. Число степеней свободы
5. Критерий достоверности

**41. Разность между целым, т.е. единицей, и долей наличия признака, рассчитанная по формуле  $q = 1 - p$  есть:**

1. Доля отсутствия признака
2. Доля наличия признака
3. Интервал групп
4. Число степеней свободы
5. Критерий достоверности

$$i = (X_{\max} - X_{\min}) / \sigma$$

**42. По формуле**

**вычисляют:**

1. Ошибку выборочной средней
2. Среднюю арифметическую взвешенную
3. Число степеней свободы
4. Восстановленную дату
5. Интервал групп

$$X_{\text{вос}} = \frac{IV + nP - \Sigma X}{(l - 1)(n - 1)}$$

**43. По формуле**

**можно вычислить:**

1. Ошибку выборочной средней
2. Среднюю арифметическую
3. Число степеней свободы
4. Восстановленную дату
5. Интервал групп



**44. Для установления тесноты и формы связи изучаемых факторов проводят:**

1. Дисперсионный анализ
2. Пробит анализ
3. Корреляционно-регрессионный анализ

**45. Долю (%) изменений которые в данном явлении зависят от изучаемого фактора показывает коэффициент:**

1. Корреляции
2. Вариации
3. Детерминации

Дополнить:

**46. Кривая отклика изучаемого фактора позволяет выявить \_\_\_ области - \_\_\_\_\_ (зона минимума), \_\_\_\_\_(зона оптимума) и \_\_\_\_\_ (зона максимума).**

**47. Всю группу объектов подлежащих изучению называют \_\_\_\_\_, а ту её часть которая попала под исследование, проверку \_\_\_\_\_.**

Обвести кружком номер правильного ответа:

**48. Схема дисперсионного анализа зависит от:**

1. Способа закладки опыта
2. Вида опыта
3. Вида и способа закладки опыта

**49. Схема дисперсионного анализа данных однофакторного полевого опыта с неполными данными имеет вид:**

1.  $S_y = C_v + C_p + C_z$
2.  $S_y = C_v + C_z$

**50. Схема дисперсионного анализа данных однофакторного вегетационного опыта имеет вид:**

1.  $S_y = C_v + C_p + C_z$
2.  $S_y = C_v + C_z$

**51. Схема дисперсионного анализа данных однофакторного полевого опыта с организованными повторениями:**

1.  $S_y = C_v + C_p + C_z$
2.  $S_y = C_v + C_z$

**52. Нулевая гипотеза отвергается если:**

1.  $F_{\text{факт.}} \geq F_{05}$  (теор.)
2.  $F_{\text{факт.}} < F_{05}$
3.  $F_{\text{факт.}} > F_{05}$

**53. Нулевая гипотеза не отвергается если:**

1.  $F_{\text{факт.}} \geq F_{05}$  (теор.)
2.  $F_{\text{факт.}} < F_{05}$
3.  $F_{\text{факт.}} > F_{05}$

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Кирюшин Б.Д. Основы научных исследований в агрономии: учебник для ВУЗа. М.: КолосС, 2009.
2. Глуховцев В.В. Практикум по основам научных исследований в агрономии. М.: Колос, 2006.

### Дополнительная

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд.5-е, доп. и пер. М.: Агропромиздат, 1985.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1980.
3. Литтл Т., Хиллз Ф. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ / пер. с англ. под ред. Д.В. Васильевой. М.: Колос, 1981.
4. Основы научных исследований в агрономии / В.Ф. Моисейченко и др. М.: Колос, 1996.

**БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН**

- $\mu$  – средняя генеральной совокупности;  
 $X$  – значение варьирующего признака;  
 $\bar{x}$  – средняя арифметическая;  
 $\Sigma$  – сумма;  
 $S^2$  – дисперсия, средний квадрат;  
 $S$  – стандартное отклонение, среднее квадратическое отклонение;  
 $V$  – коэффициент вариации, изменчивости;  
 $\bar{S}_x$  – ошибка средней арифметической;  
 $\bar{S}_x \%$  – относительная ошибка средней арифметической;  
 $d$  – разность между средними арифметическими;  
 $S_d$  – ошибка разности между средними арифметическими;  
 $H_0$  – нулевая гипотеза;  
 $t_{\text{факт}}$  – 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);  
 $S_u, S_p, S_v, S_z$  – суммы квадратов рассеиваний: общего, повторений, вариантов, остатка (ошибки);  
 $r$  – коэффициент линейной корреляции;  
 $Sr$  – ошибка коэффициента линейной корреляции;  
 $R_{yx}$  – коэффициент регрессии  $Y$  по  $X$ ;  
 $S_R$  – ошибка коэффициента регрессии;

Учебное издание

Мельникова Ольга Владимировна

**МЕТОДИКА ОПЫТНОГО ДЕЛА В ОБЛАСТИ  
СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

*Учебно-методическое пособие для лабораторно-практических  
занятий и задания самостоятельной работы, семинаров и  
коллоквиумов для аспирантов направления подготовки  
35.06.01 Сельское хозяйство,  
профиль Селекция и семеноводство с.-х. растений*

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 27.03.2018 г. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 4,99. Тираж 25 экз. Изд. № 5638.

---

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