

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические рекомендации для  
самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

**Б1. Б. 17 Основы научных исследований**

**Направление подготовки** 35.03.07 Технология производства и  
переработки сельскохозяйственной продукции

**Профиль подготовки** Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции

**Форма обучения** заочная

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Организация самостоятельной работы .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Методические рекомендации по выполнению индивидуальных домашних задания .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Методические рекомендации по самостоятельному изучению вопросов .....</b>	<b>9</b>
<b>4. Методические рекомендации по подготовке к занятиям .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 Лабораторная работа № 1</b> Выбор темы и формулирование гипотезы опыта. Разработка схемы и структуры эксперимента.....	17
<b>4.2 Лабораторная работа № 2</b> Планирование размещения повторении и вариантов .....	17
<b>4.3 Лабораторная работа № 3</b> Оценка существенности разности средних независимых и сопряженных выборок по t-критерию.....	18
<b>4.4 Лабораторная работа № 4</b> Дисперсионный анализ данных однофакторного полевого опыта с однолетними культурами.....	18
<b>4.5 Лабораторная работа № 5</b> Дисперсионный анализ данных многофакторного полевого опыта проведенного методом.....	18
<b>4.6 Практическое занятие 1</b> Определение биологической урожайности зерновых культур.....	18

# 1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

## 1.1. Организационно-методические данные дисциплины

№ п.п.	Наименование темы	Общий объем часов по видам самостоятельной работы		
		индивидуальные домашние задания (ИДЗ)	самостоятельное изучение вопросов (СИВ)	подготовка к занятиям (ПкЗ)
1	2	5	6	7
1	История и классификация методов сельскохозяйственных исследований			2
2	Виды экспериментов и требования к полевому опыту		4	1
3	Основные этапы научного исследования			1
4	Основные методические приёмы и методы постановки опытов в зоотехнии		2	1
	Планирование эксперимента		4	1
6	Основные элементы методики полевого опыта		4	1
7	Размещение вариантов в полевом опыте		2	1
	Рандомизированные методы размещения вариантов		4	2
	Математическая статистика и ее задачи		3	2
10	Эмпирические и теоретические распределения	4	3	2
11	Статистические методы проверки гипотез	6	4	2
12	Проведение полевого опыта			4
	Учет урожая и документация		2	
	Частные вопросы методики полевого эксперимента		6	4
15	Особенности постановки опытов по переваримости кормов и обмену веществ на различных видах сельскохозяйственных животных		8	8
Итого		10	46	32

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

### 2.1 Темы индивидуальных домашних заданий

1. ИДЗ 1. Группировка и статистическая обработка данных при количественной изменчивости.

2. ИДЗ 2. Оценка существенности разности средних независимых и сопряжённых выборок по t-критерию

3. ИДЗ 3. Дисперсионный анализ данных однофакторного полевого опыта с полным набором дат.

## 2.2 Содержание индивидуальных домашних заданий

### ИДЗ 1. Группировка и статистическая обработка данных при количественной изменчивости

Таблица 1. Распределение заданий

Номер зачетной книжки	Номера вариантов			
01	1	8	16	24
02	3	11	19	27
03	2	10	18	26
04	5	13	21	29
05	4	12	20	28
03	7	15	23	30
07	6	14	22	
08	9	17	25	

Порядок выполнения заданий.

1. Проводится ранжирование данных урожайности рекогносцировочного посева (индивидуальное задание).
2. Определяется объем выборки.
3. Устанавливается максимальная, минимальная даты и размах колебаний.
4. Дальнейший расчет ведется по алгоритму представленному в примере.

#### Пример выполнения задания

Данные по урожайности яровой пшеницы на рекогносцировочном посеve, ц/га.

20,8 20,9 24,2 22,8 22,1 21,8  
 21,0 21,1 24,4 23,0 22,3 22,0  
 21,4 21,2 21,2 21,4 21,3 21,1  
 21,6 21,4 21,4 21,6 21,4 21,3  
 21,6 22,0 17,3 16,5 23,3 24,8

Данные по урожайности записывают в большие вариационные ряды и обрабатывают методом группировки.

1. Ранжированный вариационный ряд: 16,5 ... 24,8
2. Объем выборки  $n = 30$
3. Максимальная дата 24,8
4. Минимальная дата 16,5
5. Размах колебаний вариационного ряда  $R = X_{\max} - X_{\min} = 8,3$
6. Число классов,  $k = 6$
7. Классовый промежуток  $i = \frac{R}{k} = 1,38$
8. Рабочая вспомогательная таблица:

Классы	Среднее значение класса, $x_v$	Частота $f$	Отклонения от $A$ $x_v - A$	Произведения $f(x_v - A)$	Квадраты отклонений $(x_v - A)^2$	Произведения $f(x_v - A)^2$
1	2	3	4	5	6	7
1.						
2.						
3.						
4.						

5.						
6.						

Примечания:

1. За начало 1-го класса берем  $X_{\min}=16,5$ , вычисляем конечное значение класса: прибавляем интервал и вычитаем 0,1:  $16,5+1,38-0,1=17,78$ , – т.е. в первый класс мы включаем все значения от 16,50 до 17,78. Пишем в графу № 1: 16,5 -17,78. За начало второго класса берем конечное первого плюс 0,1 ( $17,78+0,1=17,88$ ). Конечное значение второго класса:  $17,88+1,38-0,1=19,16$ . Пишем в строку № 2: 17,88-19,16. Аналогично заполняем все классы. Максимальное значение шестого класса можно не рассчитывать, а записать  $X_{\max}$  вариационного ряда 24,8. Таким образом, весь вариационный ряд мы разбили на 6 групп, т.е. сгруппировали.

2. Среднее значение каждого класса,  $X_v$  – это середина класса, находится как средняя арифметическая между начальным и конечным значениями групп: 1 гр.:  $(16,50+17,78):2=17,14$ ; 2 гр.:  $(17,88+19,16):2=18,52$ .

3. Частота ( $f$ ) – это количество значений в ранжированном вариационном ряду, входящих в каждую группу. Например, в первую группу 16,50-17,78 входят две даты: 16,5 и 17,3. Сумма всех частот должна быть равна объему выборки.

4. Произвольное начало, условная средняя  $A=$  – это средняя  $X_v$  того класса, в котором максимальное значение  $f$ , исключая первый и последний классы, т.к. средняя выборки не может находиться в начале или в конце вариационного ряда.

9. Вычисляем основные статистические характеристики:

$$\text{Средняя большого вариационного ряда } \bar{x} = A + \frac{\sum f(X_v - A)}{n}$$

$$\text{Корректирующий фактор } C = \frac{[\sum f(X_v - A)]^2}{n}$$

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

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

$$\text{Коэффициент вариации (пестрота плодородия почвы на участке) } V = \frac{S \times 100}{\bar{x}}$$

Вывод: \_\_\_\_\_

$$\text{Ошибка средней } S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Относительная ошибка средней } S_{x\%} = \frac{S_x \times 100}{\bar{x}}$$

Вывод: \_\_\_\_\_

Доверительный интервал средней генеральной

$$X_{\text{ген}} = X_{\text{выб}} \pm t \times S_x, \text{ где } t - \text{критерий Стьюдента}$$

Общие выводы:

1. Средняя урожайность яровой пшеницы на рекогносцировочном посеве составила \_\_\_\_ ц/га.
2. Точность проведения опыта \_\_\_\_
3. Можно ли провести полевой опыт на данном участке, исходя из полученной пестроты?

## ИДЗ 2. Оценка существенности разности выборочных средних по t - критерию Стьюдента

Данный метод применяется для математической обработки данных вегетационного (несопряженные выборки) и полевого опытов (сопряженные выборки).

Выборки называются сопряженными, если растения, подлежащие изучению, были связаны между собой наличием пестроты почвы (как в полевом опыте).

Выборки, которые не связаны наличием пестроты плодородия почвы, называются несопряженными (в вегетационном опыте растения выращиваются в отдельных сосудах).

Полевой опыт должен при этом содержать 2, 3 или 4 варианта при стандартном методе размещения. При этом методе проводится попарное сравнение всех вариантов между собой. Так, если требуется проанализировать 4 варианта опыта, то получается шесть пар сравнения:

1. А
2. В
3. С
4. D

А-В, А-С, А-D, В-С, В-D, С-D.

При этом урожайность каждого варианта опыта должна быть получена в нескольких повторностях.

Повторность – число одноименных делянок (одного и того же варианта опыта).

При разностном методе находится разность между урожаями по каждому повторению:  
 $d = x_1 - x_2$ ,

затем находим среднюю разность:  $\bar{d} = \frac{\sum d}{n}$

Пример:

Повторности	Урожайность (ц/га) по вариантам		Разность в урожаях d
	вариант А	вариант В	
1	33,5	30,5	+3,0
2	34,3	33,2	+1,1
3	36,0	34,4	+1,6
4	32,6	29,9	+2,7
Сумма	$\Sigma x = 136,4$	$\Sigma x = 128,0$	$\Sigma d = 8,4$
Среднее	$\bar{x}_a = 34,1$	$\bar{x}_b = 32,0$	$\bar{d} = 2,1$

После нахождения средней разности ( $\bar{d}$ ) определяем ошибку средней разности (Sd) по формуле:  $S_d = \sqrt{\frac{(\sum d^2) - (\sum d)^2 \div n}{n(n-1)}}$ , где  $(\sum d)^2 \div n$  – корректирующий фактор,

(n-1) – число степеней свободы, n – число пар сравнения.

Существенность средней разности устанавливают сравнением фактического критерия Стьюдента ( $t_{\text{факт.}}$ ) с теоретическим ( $t_{\text{теор.}}$ ).  $t_{\text{факт.}} = \frac{\bar{d}}{S_d}$

Теоретическое значение критерия Стьюдента ( $t_{\text{теор.}}$ ) находят по приложению 1 (значения критерия Стьюдента) с учетом числа степеней свободы и уровня значимости, используют уровни значимости  $t_{01}$  и  $t_{05}$ .

Средняя разность  $\bar{d}$  существенная, если  $t_{\text{факт.}}$  больше или равно  $t_{\text{теор.}}$ .

При  $t_{\text{факт.}}$  меньше  $t_{\text{теор.}}$  – средняя разность не существенна.

## ИДЗ 3. Дисперсионный анализ данных однофакторного полевого опыта с полным

набором дат

Дисперсионный анализ считается наиболее совершенным методом математической обработки данных полевых опытов. При дисперсионном анализе существенность влияния изучаемых факторов (вариантов) на урожай оценивается с помощью критерия F (Фишера), который представляет собой отношение дисперсии вариантов к остаточной дисперсии

(ошибки):  $F = \frac{M}{m}$

Ход дисперсионного анализа зависит от структуры опыта. Существует несколько моделей дисперсионного анализа, например, дисперсионный анализ однофакторных полевых опытов с однолетними культурами.

Пример выполнения задания.

Таблица урожайности

Варианты опыта	Повторности, x				Суммы по вариантам (V)	$\bar{x}$
	1	2	3	4		
1. (к) Вспашка 20 – 22 см	10,2	13,2	13,7	9,6	V1=46,7	11,7
2. Безотвальное рыхление 20 – 22 см	10,8	11,3	12,2	12,0	V2=46,3	11,6
3. Поверхностная обработка 12 – 14 см	19,1	19,9	19,6	19,2	V3=77,8	19,45
4. Нулевая обработка	18,2	19,1	19,7	18,8	V4=75,8	18,95
Сумма по повторениям P	P1=58,3	P2=63,5	P3=65,2	P4=59,6	$\sum x=246,6$	$\bar{x}_o=15,4$

$\sum x = P1 + P2 + P3 + P4 = V1 + V2 + V3 + V4$ , сумма всех дат (сумма всех поделочных урожаев)

где,  $l$  – число вариантов в опыте;

$n$  – число повторений.

Средняя урожайность по опыту составила 15, 4 ц/га.

Находим произвольное начало «А» – целое, запоминающееся число, близкое к средней генеральной.  
 $\bar{x}_o = 15,4 \rightarrow A = 15$

2. Таблица преобразованных дат

(таблица отклонений и квадратов отклонений от произвольного начала А)

Варианты опыта	Отклонение от произвольного начала (x-A)				Сумма по вариантам $V_A$	Квадраты отклонений $(x-A)^2$				$V_A^2$
	1	2	3	4		1	2	3	4	
1	-4,8	-1,8	-1,3	-5,4	-13,3	23,04	3,24	1,69	29,16	176,89
2	-4,2	-3,7	-2,8	-3,0	-13,7	17,64	13,69	7,84	9,0	187,69
3	4,1	4,9	4,6	4,2	17,8	16,81	24,01	21,16	17,64	316,84
4	3,2	4,1	4,7	3,8	15,8	10,24	16,81	22,09	14,44	249,64
Сумма по повторениям $P_A$	-1,7	3,5	5,2	-0,4	$\sum (x-A) = 6,6$	2,89	12,25	27,04	0,16	$[\sum (x-A)]^2 = 43,56$

Общее число наблюдений:  $N = l \times n = 16$

$$\text{Корректирующий фактор: } C = \frac{[\sum (x - A)]^2}{l \times n} = \frac{43,56}{16} = 2,72$$

Виды варьирования:

а) общее варьирование  $C_y$  – суммарное влияние всех трех групп факторов на изменчивость величины урожаев (пестрота плодородия почвы, изучаемые варианты, ошибки):  $C_y = \sum (x - A)^2 - C$

$$C_y = (23,04 + 3,24 + 1,69 + 29,16 + 17,64 + 13,69 + 7,84 + 9,0 + 16,81 + 24,01 + 21,16 + 17,64 + 10,24 + 16,81 + 22,09 + 14,44) - 2,72 = 245,78$$

б) варьирование повторений  $C_p$  – влияние пестроты плодородия почвы на изменчивость урожаев на делянках опыта:

$$C_p = \frac{\sum P_A^2}{l} - C \quad C_p = (2,89 + 12,25 + 27,04 + 0,16) : 4 - 2,72 = 7,865$$

в) варьирование вариантов  $C_v$  – обусловлено влиянием изучаемых вариантов опыта на изменчивость урожаев на делянках опыта:

$$C_v = \frac{\sum V_A^2}{n} - C \quad C_v = (176,89 + 187,69 + 316,84 + 249,64) : 4 - 2,72 = 230,045$$

г) остаточное варьирование  $C_z$  – обусловлено влиянием различных видов ошибок (случайных, систематических) на изменчивость урожаев на делянках опыта

$$C_z = C_y - (C_p + C_v) = 245,78 - (7,865 + 230,045) = 7,87$$

Вывод: на варьирование урожаев в большей степени повлияли изучаемые варианты – приемы обработки почвы. Намного меньшее, одинаковое влияние на результаты опыта оказали варьирование повторений: пестрота плодородия почвы и ошибки.

Таблица дисперсионного анализа

Виды варьирования	Сумма квадратов	Число степеней свободы (V)	Средний квадрат ( $S^2$ )	F		
				фактическое	теоретическое	
					0,05	0,01
Общее	$\sum (x-A) - C$ 245,78	$l \cdot n - 1 = 15$		$\frac{S_v^2}{S_z^2} = 88,14$	3,86	6,99
Повторений	$\sum P_A^2 : l - C$ 7,865	$n - 1 = 3$				
Вариантов	$\sum V_A^2 : n - C$ 230,045	$l - 1 = 3$				
Остаточное	$C_z = C_y - (C_p + C_v)$ 7,87	$(l-1)(n-1) = 9$	$S_z^2 = \frac{C_z}{(l-1) \times (n-1)}$ $=$ $= 0,87$			

Дисперсия вариантов ( $S_v^2$ ) – это отношение варьирования вариантов к числу степеней свободы вариантов.

Дисперсия остаточная ( $S_z^2$ ) – это отношение остаточного варьирования к числу степеней свободы остаточному.

Критерий Фишера – показывает существенность варьирования, т.е. позволяет установить, оказали ли изучаемые варианты опыта существенное влияние на варьирование



(изменчивость) урожаев. Критерий Фишера находят фактический и табличный.

Фактический критерий Фишера обусловлен влиянием как изучаемых факторов, так и ошибок.  $F_{\text{факт.}}$  – это отношение дисперсии вариантов к остаточной дисперсии (табл.3).

$F_{\text{факт.}}$  сравнивают с табличным ( $F_{\text{теор.}}$ ), который обусловлен только ошибками.  $F_{\text{теор.}}$  находят по приложению 2 с учетом числа степеней свободы вариантов ( $1 - 1 = 3$ ) и остаточного  $((1-1) \cdot (n-1) = 9)$ , а также уровня значимости при 95 и 99 % уровнях вероятности.

Если  $F_{\text{факт.}} \geq F_{05}$ , варьирование существенно с 95 % вероятностью,  $F_{\text{факт.}} \geq F_{01}$  – варьирование существенно с 99 % вероятностью, т.е. изучаемый фактор оказал существенное влияние на изменчивость урожаев и между изучаемыми вариантами есть существенные различия.

Если фактическое значение критерия Фишера меньше теоретического, то в опыте нет существенного варьирования. В этом случае дисперсионный анализ заканчивается нахождением обобщенной ошибки среднего и точности опыта.

Вывод:  $F_{\text{факт.}} = 88,14 > F_{05} > F_{01} \rightarrow 99\%$  вероятности, что варьирование существенно. Изучаемые приемы обработки почвы оказали существенное влияние на изменчивость урожаев яровой пшеницы, между ними имеются существенные различия.

Обобщённая ошибка среднего:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S_z^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,87}{4}} = 0,47$$

Относительная ошибка (точность опыта):

$$S_{x\%} = \frac{S_{\bar{x}}}{x_o} \times 100 = \frac{0,47}{15,4} \times 100 = 3,1\%$$

Точность вполне удовлетворительная, опыт проведён методически верно.

Средняя ошибка разности:  $S_d = 1,414 \times S_{\bar{x}} = 1,414 \times 0,47 = 0,66$  ц

$НСР_{05} = t_{05} \times S_d = 2,26 \times 0,66 = 1,49$  ц – минимальная существенная разница между урожаями (95 % вероятности)

$НСР_{01} = t_{01} \times S_d = 3,25 \times 0,66 = 2,15$  ц – минимальная существенная разница между урожаями (99 % вероятности)

Итоговая таблица

Вариант опыта	$\bar{x}$	Отклонение от контроля	Группа
1. (к) Вспашка 20-22 см	11,7	–	–
2. Безотвальное рыхление 20-22 см	11,6	-0,1	II
3. Поверхностная обработка 12-14 см	19,45	+7,75	I
4. Нулевая обработка	18,95	+7,25	I

Вывод: существенное отклонение от контроля в большую сторону показали варианты 3 и 4: наибольшее (7,75 ц) – вариант 3: поверхностная обработка на 12 – 14 см, чуть меньше (7,25 ц) – вариант 4: нулевая обработка. Наравне с контролем проявил себя вариант 2 – безотвальное рыхление 20 – 22 см. Разница между контролем и этим вариантом не существенна и составила – 0,1 ц.  $\bar{x}$  в опыте составило 15,4 ц/га. Точность опыта вполне удовлетворительная, опыт проведён методически верно. На результаты опыта в большей степени повлияло варьирование вариантов, и одинаковое, но незначительное влияние оказали варьирования повторений и ошибок.

$НСР_{05} = 1,49$  ц;  $НСР_{01} = 2,15$  ц.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ**

#### **3.1 Наименование вопроса: Разработка методики и рабочего плана научного исследования**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Любая научная работа предполагает наличие плана ее осуществления. С учетом специфики творческого процесса такой план должен предусматривать все, что можно заранее предвидеть. Только плановое исследование позволяет надежно, шаг за шагом, познавать новые объективные закономерности во всей окружающей действительности.

Особенно большое значение имеет планирование творческого процесса студента, впервые приступающего к написанию серьезного научного сочинения, каковым является дипломная работа. Планирование ее выполнения начинается с составления рабочего плана, представляющего собой своеобразную наглядную схему предпринимаемого исследования. Такой план используется на первых стадиях работы, позволяя эскизно представить исследуемую проблему в различных вариантах, что существенно облегчает научному руководителю оценку общей композиции и рубрикации будущей работы, а студенту – создание общей «канвы» исследования.

Рабочий план разрабатывается при непосредственном участии научного руководителя студента и начинается с выбора и разработки темы, т.е. определения замысла предполагаемого научного исследования. Целесообразно в основу такого замысла положить научно обоснованную гипотезу, т.е. предположение, изложенное на основе, как интуиции (предчувствия), так и предварительно разработанной версии (т.е. сообщения чего-либо в целях предварительного объяснения). Такая постановка позволит систематизировать и упорядочить всю последующую работу.

#### **3.2 Наименование вопроса: Особенности постановки опытов по переваримости кормов и обмену веществ на различных видах сельскохозяйственных животных**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Для определения коэффициентов переваримости проводят научно-хозяйственный опыт, для которого подбирают 3-4-х животных-аналогов. Опыт состоит из двух периодов: подготовительного и учетного. Подготовительный период зависит от строения желудочно-кишечного тракта.

Мельчайшие частицы корма могут сохраниться в пищеварительном тракте жвачных до 30 дней.

В учётный период проводится точный учёт съеденного корма, учёт количества выделенного кала и учёт несъедобных остатков. Существует два основных метода определения переваримости питательных веществ кормов и рационов:

1. Прямой – когда определяют коэффициенты переваримости питательных веществ рациона в целом, или тех кормов, которые могут служить единственным источником питательных веществ (проводится один опыт).

2. Косвенный (по дифференцированной схеме или по схеме разности) – когда определяют коэффициенты переваримости питательных веществ тех кормов, которые не могут быть скормлены отдельно, а входят в состав рациона, состоящего из двух и более компонентов. При косвенном методе проводится два опыта по переваримости. При этом рацион 1 опыта должен содержать 10-15 % по питательности изучаемого корма. Во 2 опыте рацион должен содержать 75-80 % ОР + 20-25 % изучаемого корма.

### **3.3 Наименование вопроса: Особенности проведения опытов в условиях орошения**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Проведение полевых опытов в условиях орошаемого земледелия требует особенно внимательного подхода и правильного диалектического понимания принципа единственного различия. Тождество неизучаемых условий – это не механическое соблюдение их равенства, а создание таких условий эксперимента, при которых тот или иной из изучаемых приемов (сортов) может дать наибольший эффект.

Например, в опытах с пропашными культурами почву на неполиваемых делянках, если она не уплотнена и нет сорняков, не надо рыхлить одновременно с политыми делянками, где рыхление после очередного полива должно проводиться немедленно при наступлении спелости почвы. При оставлении одинакового количества растений на делянках с поливом и без полива и, следовательно, при механическом соблюдении равенства неизучаемых условий будет грубо нарушен принцип оптимальности и целесообразности. Это приведет к искаженной информации об эффективности изучаемых приемов и неправильным выводам, так как известно, что оптимальный урожай на поливных землях получается при большей густоте стояния растений, чем на богарных участках, где из-за недостатка влаги увеличение густоты посева сопровождается снижением урожая. Таким образом, для вариантов с поливом и без полива нельзя устанавливать единые нормы посева; они должны быть разными, но оптимальными для каждого случая.

При постановке полевых опытов на орошаемых землях особенно нужно следить за равномерностью снабжения всей площади земельного участка водой и возможно точно регулировать количество воды, поступающей на каждую делянку. Эти требования и определяют особенности методики полевого опыта в условиях орошения.

### **3.4 Наименование вопроса: Особенности проведения опытов по защите почв от водной эрозии**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Сложность изучения проблемы защиты почв от эрозии заключается в том, что степень и характер проявления эрозионных процессов сильно варьируют в зависимости от напряженности энергетических факторов эрозии – объема и интенсивности стока воды. Поэтому для всесторонней оценки противоэрозионного комплекса или приема необходим не менее чем 6-8-летний цикл наблюдений, охватывающий разные по метеорологическим условиям годы. Другой характерной особенностью натурных исследований по разработке агротехнических мероприятий по борьбе с эрозией почвы является необходимость размещения полевых опытов на достаточно крупных делянках. Это позволяет получить объективную информацию об особенностях естественного проявления эрозии в данном регионе, исключить возможное действие краевых эффектов прилегающих территорий и соседних вариантов, но ведет к необходимости выделения под опыт значительных по площади земельных участков.

### **3.5 Наименование вопроса: Основные компоненты или элементы эксперимента**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Агрономический эксперимент проводится на специально выделенном участке. Главными структурными элементами любого опыта являются варианты и повторность. Различают опытные, стандартные и контрольные варианты.

Контрольный вариант означает отсутствие изучаемого фактора или его дозу, равную нулю. В истории развития опытного дела широкую известность сохранила восьмерная схема Жоржа Вилля. По изучению 3-х видов удобрений с абсолютным контролем без удобрения.

### **3.6 Наименование вопроса: Ошибки и их источники возникновения при проведении полевых опытов**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

При проведении опыта экспериментатор обычно встречается с тремя видами ошибок – случайными, систематическими и грубыми. Ошибка – это расхождение между результатами выборочного наблюдения и истинным значением измеряемой величины. Оценка истинного значения результативного признака, например урожая, по полученным в полевом опыте данным, является одной из основных задач математической статистики. Чтобы правильно решить эту задачу, необходимо знать основные свойства ошибок и причины их возникновения.

Различают три основных вида ошибок: случайные, систематические и грубые.

Систематические ошибки – это ошибки вызванные неоднородностью (пестротой) почвенного плодородия опытного участка. Они могут или только завышать результаты или повышаться, т.е. они имеют однонаправленное действие. Уменьшить их влияние можно путем правильного планирования, закладки и проведения опытов.

Грубые ошибки – это просчеты, промахи в работе. Их уже нельзя устранить, но их можно не допустить путем тщательного продумывания.

Случайные ошибки – это ошибки, которые возникают в опыте под влиянием очень большого числа факторов, действие которых настолько незначительно, что выделить и учесть их в отдельности невозможно.

Причины, которые вызывают случайные ошибки:

- а) плохо разделан посевной слой
- б) повреждение семян болезнями, вредителями и др.

Эта совокупность причин и составляет случайные ошибки. Но математически эти ошибки можно рассчитать.

### **3.7 Наименование вопроса: Метод латинского прямоугольника**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

При 7-8 и более вариантах постановка опытов латинским квадратом становится затруднительно, и, чтобы, не прибегая к излишней повторности, использовать преимущества латинского квадрата, целесообразно закладывать опыты латинским прямоугольником. В этом случае число вариантов должно быть кратным числу повторностей. Так, при трехкратной повторности этим методом можно заложить опыт с 6, 9, 12, 18 и т. д. вариантами; при четырехкратной – с 8, 12, 16, 24 и т. д. вариантами, при пятикратной — с 10, 15, 20, 25 вариантами и т. д.

Число вариантов должно делиться без остатка на число повторностей. Частное от деления дает число делянок, на которое необходимо расщепить столбец соответствующего латинского квадрата. Произведение всех цифр дает общее число делянок в опыте, а произведение двух последних цифр  $4 \times 3 = 12$  – число вариантов. Варианты по делянкам рандомизируют так, чтобы ряд и столбец имели полный набор всех вариантов.

### **3.7 Наименование вопроса: Метод рандомизированных расщеплённых делянок**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Метод расщепленных (сложных) делянок используют преимущественно для закладки многофакторных опытов, когда в отношении одного какого-либо фактора требуется получить точную информацию, а в отношении других факторов нет необходимости добиваться большой точности. Расщепленные делянки используют также в случаях, когда необходимо в стационарном опыте ввести дополнительную группу вариантов, сохранив все первоначальные варианты. Схема расщепленных делянок – это эксперимент, в котором делянки первого порядка (крупные делянки) делят, расщепляют в вертикальном или горизонтальном направлении на делянки второго порядка,

а делянки второго порядка на более мелкие делянки третьего порядка.

### **3.8 Наименование вопроса: Теоретические распределения**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Различают эмпирические и теоретические распределения частот совокупности результатов наблюдений.

На основе теоретических распределений построены статистические критерии, которые используются для проверки некоторых гипотез. Наиболее часто в исследовательской работе опираются на нормальное распределение или специальные распределения, получаемые из нормального для определенно поставленной задачи и при ограниченном числе степеней свободы ( $t$ ,  $F$  – распределение, распределение Пуассона).

Нормальное распределение. Нормальным, или гауссовым, называют распределение вероятностей непрерывной случайной величины  $X$ , которое описывается функцией.

Положение и форма кривой нормального распределения полностью определяются двумя параметрами: генеральной средней  $\mu$ , которая находится в центре распределения, и стандартным отклонением  $\sigma$ , которое «измеряет вариацию отдельных наблюдений около средней».

### **3.9 Наименование вопроса: Эмпирические распределения частот и способы их представления**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Эмпирическое распределение – распределение результатов измерений, полученных при изучении выборки, например распределение растений по высоте и массе, распределение делянок дробного учета по урожаю и т. д. В основе его лежат определенные математические закономерности, которые в генеральной совокупности, т. е. при очень большом числе наблюдений, характеризуются некоторыми теоретическими распределениями.

Для практического применения особенно важно, что нормальному распределению достаточно хорошо следуют выборочные средние значения  $\bar{x}$ , полученные из  $n$  наблюдений из одной и той же совокупности даже тогда, когда единичные значения не распределены нормально. Кривая распределения, построенная для средних значений, более вытянута, иглообразна, чем для единичных.

### **3.10 Наименование вопроса: Параметрические характеристики выборки**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Выборочный метод является «архимедовым» рычагом любого исследования.

Параметрические и непараметрические критерии. Рекомендации к выбору критерия различия. Все критерии различий условно подразделены на две группы: параметрические и непараметрические критерии.

Критерий различия называют параметрическим, если он основан на конкретном типе распределения генеральной совокупности (как правило, нормальном) или использует параметры этой совокупности (средние, дисперсии и т.д.).

Критерий различия называют непараметрическим, если он не базируется на предположении о типе распределения генеральной совокупности и не использует параметры этой совокупности. Поэтому для непараметрических критериев предлагается также использовать такой термин как «критерий, свободный от распределения».

При нормальном распределении генеральной совокупности параметрические критерии обладают большей мощностью по сравнению с непараметрическими. Иными словами, они способны с большей достоверностью отвергать нулевую гипотезу, если последняя неверна. По этой причине в тех случаях, когда выборки взяты из нормально распределенных генеральных совокупностей, следует отдавать предпочтение параметрическим критериям.

При оценке различий в распределениях, далеких от нормального, непараметрические

критерии могут выявить значимые различия, в то время как параметрические критерии таких различий не обнаружат.

Важно отметить, что, во-первых, непараметрические критерии выявляют значимые различия и в том случае, если распределение близко к нормальному; во-вторых, при вычислениях вручную непараметрические критерии являются значительно менее трудоемкими, чем параметрические.

При подготовке эксперимента исследователь должен заранее запланировать характеристики сопоставляемых выборок (прежде всего связность – несвязность и однородность), их величину (объем), тип измерительной шкалы и вид используемого критерия различий.

### **3.11 Наименование вопроса: Нулевая и альтернативные гипотезы**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Предположение, принимаемое в случае отклонения нулевой гипотезы ( $H_0$ ). Как правило, альтернативная гипотеза ( $H_1$ ) – это единственное утверждение, являющееся логическим отрицанием нулевой гипотезы. Часто альтернативная гипотеза означает наличие связи между изучаемыми переменными.

Нулевая гипотеза – это основное проверяемое предположение, которое обычно формулируется как отсутствие различий, отсутствие влияния фактора, отсутствие эффекта, равенство нулю значений выборочных характеристик и т.п.

Другое проверяемое предположение (не всегда строго противоположное или обратное первому) называется конкурирующей или альтернативной гипотезой. Выдвинутая гипотеза может быть правильной или неправильной, поэтому возникает необходимость проверить ее. Так как проверку производят статистическими методами, то данная проверка называется статистической.

При проверке статистических гипотез возможны ошибки (ошибочные суждения) двух видов: - можно отвергнуть нулевую гипотезу, когда она на самом деле верна (так называемая ошибка первого рода);

- можно принять нулевую гипотезу, когда она на самом деле не верна (так называемая ошибка второго рода).

### **3.12 Наименование вопроса: Сущность и алгоритм дисперсионного анализа**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Основной целью дисперсионного анализа является исследование значимости различия между средними. Если вы просто сравниваете средние в двух выборках, дисперсионный анализ даст тот же результат, что и обычный t-критерий для независимых выборок (если сравниваются две независимые группы объектов или наблюдений) или t-критерий для зависимых выборок (если сравниваются две переменные на одном и том же множестве объектов или наблюдений).

Для выборки объема  $n$  выборочная дисперсия вычисляется как сумма квадратов отклонений от выборочного среднего, деленная на  $n-1$  (объем выборки минус единица). Таким образом, при фиксированном объеме выборки  $n$  дисперсия есть функция суммы квадратов (отклонений), обозначаемая, для краткости,  $SS$  (от английского Sum of Squares - Сумма квадратов). Далее слово выборочная мы часто опускаем, прекрасно понимая, что рассматривается выборочная дисперсия или оценка дисперсии.

Сущность дисперсионного анализа заключается в расчленении общей дисперсии изучаемого признака на отдельные компоненты, обусловленные влиянием конкретных факторов, и проверке гипотез о значимости влияния этих факторов на исследуемый признак. Сравнивая компоненты дисперсии друг с другом посредством  $F$  – критерия Фишера, можно определить, какая доля общей вариативности результативного признака обусловлена действием регулируемых факторов.

### **3.13 Наименование вопроса: Особенности учёта урожая зерновых, пропашных,**

### **технических (свекла, кукуруза) культур и однолетних и многолетних трав**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Уборка и учет урожая требуют большого внимания и аккуратности; небрежность и излишняя поспешность при выполнении этой важной работы неизбежно ведут к грубым ошибкам, совершенно обесценивающим опыт.

За несколько дней до уборки нужно осмотреть опытный участок, выделить каждую делянку колышками или вешками, а при необходимости сделать выключки. Уменьшение учетной делянки из-за выключек допускается не более чем на 50 %.

Время уборки урожая в полевых опытах зависит от культуры. Постепенно созревающие культуры убирают в несколько приемов. За несколько дней до уборки осматривают опытный участок. Каждую делянку ограничивают дорожками; непригодные к учету - бракуют. На основании зарегистрированных данных о повреждениях, вызванных стихийными явлениями природы, потраве и хищениях урожаев, об ошибках при закладке и проведении опыта проводят выключки. Они могут быть прямоугольными либо частью делянки. При площади выключки больше ее половины выбраковывают всю делянку.

Наиболее объективный и правильный - сплошной, при котором можно учесть всю массу урожая с учетной площади каждой делянки. Уборку можно проводить вручную и машинами. На больших делянках целесообразно применять комбайны, что позволяет сразу получать урожайные данные и быстро провести уборку опытного урожая при одних и тех же погодных условиях. При использовании комбайна работу начинают с торцевой стороны первой делянки, при этом строго соблюдают одинаковый уровень среза и скорость движения агрегата. После окончания уборки каждой делянки комбайн останавливают для работы вхолостую на 5 мин для полного промолота собранной массы и очистки машины от остатков урожая. Намолоченное зерно собирают в мешки, этикируют, взвешивают и делают соответствующую запись в полевой дневник. Одновременно отбирают пробы зерна массой 2-3 кг для определения его влажности, засоренности и качества.

### **3.14 Наименование вопроса: Методы, построенные на принципе аналогичных групп**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Центральным звеном в подготовке и проведении любого эксперимента является методика исследований, т. е. комплекс и последовательность специфических операций над подопытными животными. В основе зоотехнических опытов заложен метод сравнения, где на основе сходства и равенства между группами всех факторов, за исключением изучаемого, устанавливают его влияние. При этом один из вариантов опыта принимается за контрольный, а другие – за опытные.

Выбор схемы исследований зависит от цели эксперимента и количества животных имеющихся в распоряжении. Наиболее точным методом из перечисленных является метод однойцовых двоен, т. к. в опыте находятся животные с одинаковой наследственностью. Этот метод чаще используют при постановке опытов на крупном рогатом скоте, овцах и козах. Преимущество данного метода состоит в том, что в составе контрольной и опытных групп находятся максимально идентичные животные: по генотипу, возрасту живой массе, конституции. Метод пар-аналогов. Данный метод является основным, наиболее универсальным и широко распространенным методом зоотехнических исследований. Метод основан на подборе относительно аналогичных пар животных в сравниваемые группы. Основное условие: парная структура в организации опыты, строгая фиксация положения в группе каждого животного по отношению к животным других групп. Число групп зависит от количества изучаемых факторов, причем одна из групп обязательно должна быть контрольной, с которой сравнивают остальные группы. При подборе животных в группы учитывают породу, породность, пол, происхождение, возраст, живую массу, упитанность, продуктивность и др. При этом должна соблюдаться максимальная аналогичность животных в парах – правильно сформированные группы животных не должны иметь достоверных различий между собой по всем параметрам отбора. Степень влияния изучаемого фактора определяют по разнице между контрольной и опытной группой

животных. После подбора пар животных в группы, определяют какая из них будет контрольная, а какая или какие опытными. Выбор осуществляют рандомизировано, т.е. с помощью жеребьевки.

### **3.15 Наименование вопроса: Методы, построенные на принципе групп-периодов**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Опыт проводят на одной группе и изучают влияние какого-либо фактора в течение нескольких последовательных периодов. Опыты следует проводить на животных закончивших рост, что бы исключить влияние возрастного фактора. Весь опыт делят на несколько периодов. В первый период изучают продуктивность животных в обычных условиях (в кормленческом опыте – на основном рационе), во второй период – в основной рацион вводят изучаемый фактор и судят о его влиянии на продуктивность. В третий период животных вновь переводят на основной рацион и устанавливают, действительно ли изменения в продуктивности животных было вызвано действием изучаемого фактора, а не случайным стечением обстоятельств.

Преимущества метода заключается в том, что опыты проводят на одних и тех же животных, следовательно, исключается влияние индивидуальных особенностей животных. Недостатки метода – относительно короткие сроки проведения опыта, трудности учета влияния одного рациона на другой. На результаты исследований может влиять так называемый фактор времени, т.е. изменения погодных условий, физиологического состояния (возрастные изменения, изменения, связанные с фазами цикла размножения, лактации). Поэтому этот метод чаще используется при постановке относительно коротких кормленческих опытов.

### **3.16 Наименование вопроса: Метод мини-стада**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Метод мини-стада. Если нет возможности провести исследования описанными выше методами используют метод мини-стада. Его используют преимущественно на взрослом крупном рогатом скоте и лошадях. Сущность метода состоит в том, что для изучения какого-либо вопроса отбирают большую группу животных, которая выделяется в производственную единицу. Состав этой группы должен быть копией общего стада по фенотипическим показателям, из которого она выделена, т. е. она должна иметь такую же структуру. Отбор животных в мини-стадо проводят рандомизированно (т.е. случайно), причем мини-стадо является опытной группой, а основное стадо – контрольной. Формирование поголовья мини-стада осуществляется следующим образом: все поголовье животных хозяйства (на пример коров) разбивают на группы с учетом возраста, породности, живой массы, лактации, продуктивности и т.д., затем от каждой такой группы отбирают по 10-15 % животных в мини-стадо.

Обычно этим методом изучают технологические вопросы, а также влияние генетических факторов продуктивности.

### **3.17 Наименование вопроса: Особенности постановки опытов по переваримости кормов на сельскохозяйственных животных**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Переваримость кормов и рационов можно определить несколькими методами: прямой метод, дифференциальный метод, метод инертных индикаторов, метод фекального индекса, микробный метод, химический метод, микроскопический, убойный метод и др.

*Метод прямого определения* является основным методом, суть которого сводится к следующему. В течение опыта подопытному животному задается точно учтенное количество корма. Проводят анализ химического состава: содержание сухого вещества, золы, органического вещества, протеина, жира, клетчатки, БЭВ, кальция и фосфора.

*Дифференциальный опыт.* В том случае если нужно определить переваримость питательных веществ изучаемого корма на фоне сложного рациона, когда нет возможности использовать изучаемый корм, как единственный корм рациона, проводят дифференциальный опыт.



Дифференциальный опыт состоит из двух последовательных циклов. В первом цикле изучается переваримость основного рациона, а во втором – часть основного рациона (60-75 % от сухого вещества) заменяется изучаемым кормом (40-25 %).

*Метод фекального индекса.* Этот метод в основном используется для определения переваримости пастбищной травы и требует анализировать только кал.

*Микробиологический метод.* Метод основан на том обстоятельстве, что потребность некоторых микроорганизмов в питательных веществах близка потребности отдельных видов с.-х. животных. Например плесневый гриб *Аспергилус Нигер*, может служить индикатором общей питательной ценности корма.

*Убойный метод.* Этим методом оценивают энергетическую ценность изучаемых кормов. Метод более применителен к мелким животным, на крупных животных технически его сложно осуществить. Основан на строгом учете веса и химического состава организма в начале и конце исследования. Для этого отбирают две группы животных – контрольную и опытную.

### **3.17 Наименование вопроса: Особенности постановки опытов по обмену веществ на сельскохозяйственных животных**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Опыты по кормлению сельскохозяйственных животных начинают проводить после составления методики, в которой предусматриваются цель и задачи проведения эксперимента, место, время и метод постановки опыта, кормление и содержание подопытных животных, учет важнейших хозяйственно-полезных признаков животных и календарный план работы по проведению опыта.

Из предложенных до сих пор методов  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  – индикаторный метод кажется самым перспективным и больше всего применяется. Однако между разными предложениями техники применения этого метода, а именно: дневная доза окиси хрома; корма; способа дачи ее животным; взятие проб для анализа; продолжительность учетного периода; аналитический ход количественного определения  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в кале и пр., существуют большие различия.

Применение же различной техники проведения опытов приводит к существенным различиям в получаемых результатах.

## **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ**

### **4.1 Лабораторная работа 1 Выбор темы и формулирование гипотезы эксперимента.**

#### **Разработка схемы и структуры эксперимента**

При подготовке к занятиям акцентировать внимание на ключевые моменты в определениях, необходимо понять смысл определений (терминов) и выучить их наизусть.

При подготовке к вопросам по разработке схемы и структуры эксперимента акцентировать внимание необходимо на особенности схем в агротехнических экспериментах и опытах по сортоиспытанию.

### **4.2 Лабораторная работа 2 Планирование размещения повторений и вариантов в повторностях**

При подготовке к вопросам акцентировать внимание необходимо на то, что опыты могут размещаться на земельном участке и без территориального объединения вариантов в компактные группы – повторения, а полностью случайно. Такое размещение называют методом *неорганизованных повторений* или *полной рандомизацией*, а также на то, что применяют два способа размещения организованных повторений: *сплошное*, когда все повторения объединены территориально, и *разбросанное*, когда повторения по одному или по несколько расположены в разных частях поля и опытный участок не имеет одной общей границы.

### **4.3 Лабораторная работа 3 Оценка существенности разности средних независимых и сопряженных выборок по t-критерию**

При подготовке к вопросам акцентировать внимание необходимо на то, что этот метод может применяться для математической обработки данных вегетационного (несопряженные выборки) и полевого опытов (сопряженные выборки).

Выборки называются сопряженными, если растения, подлежащие изучению, были связаны между собой наличием пестроты почвы (как в полевом опыте).

Выборки, которые не связаны наличием пестроты плодородия почвы, называются несопряженными (в вегетационном опыте растения выращиваются в отдельных сосудах).

Полевой опыт должен при этом содержать 2, 3 или 4 варианта при стандартном методе размещения. При этом методе проводится попарное сравнение всех вариантов между собой

### **4.4 Лабораторная работа 4 Дисперсионный анализ данных однофакторного полевого опыта с однолетними культурами**

При подготовке к вопросам акцентировать внимание необходимо на то, что дисперсионный анализ считается наиболее совершенным методом математической обработки данных полевых опытов. При дисперсионном анализе существенность влияния изучаемых факторов (вариантов) на урожай оценивается с помощью критерия F (Фишера), который представляет собой отношение дисперсии вариантов к остаточной дисперсии.

А также на то, что любая статистическая обработка основана на определении величины отклонений, вызванных действием факторов трех групп (пестроты плодородия почвы или так называемых систематических ошибок, изучаемых факторов (вариантов) и случайных ошибок), другими словами силу влияния их на результативный признак.

### **4.5 Лабораторная работа 5 Дисперсионный анализ данных многофакторного полевого опыта проведенного методом рандомизированных повторений**

При подготовке к вопросам акцентировать внимание необходимо на то, что в многофакторных опытах изучается одновременно несколько факторов, например нормы высева и способы обработки почвы. В отличие от однофакторных опытов многофакторный эксперимент ставит своей задачей исследовать не только прямое действие изучаемых факторов, но и их взаимодействие. При этом могут иметь место три случая: урожай при совместном применении факторов больше, чем при раздельном (положительное взаимодействие или синергизм); урожай при совместном применении снижается (отрицательное взаимодействие, или антагонизм); прибавка урожая от совместного применения факторов равна сумме прибавок от их раздельного применения (отсутствие взаимодействия, или аддитивизм).

### **4.6 Практическое занятие 1 Определение биологической урожайности зерновых культур**

При подготовке к вопросам акцентировать внимание необходимо на особенности технологий построенных на способности зерновых культур к сильному кущению. На трудности определения нормы высева семян, в связи с засушливостью климата в Оренбургской области.