

**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**

**Квалификация выпускника бакалавр**

**Форма обучения очная**

## 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>12</b>
<b>4.1 Практическое занятие № 1 Измерения, средства измерений и их характеристики.....</b>	<b>12</b>
<b>4.2 Практическое занятие № 2-3 Определение биологической урожайности зерновых культур .....</b>	<b>12</b>
<b>4.3 Практическое занятие № 4-5 Выбор темы и формулирование гипотезы опыта... 70</b>	
<b>4.4 Практическое занятие № 6 Разработка схемы и структуры полевого эксперимента.....</b>	<b>12</b>
<b>4.5 Практическое занятие № 7 Планирование размещения повторений и вариантов в повторностях.....</b>	<b>12</b>
<b>4.6 Практическое занятие № 8Основные статистические характеристики количественной изменчивости.....</b>	<b>12</b>
<b>4.7 Практическое занятие № 9 Группировка и статистическая обработка данных при количественной изменчивости.....</b>	<b>13</b>
<b>4.8 Практическое занятие № 10 Оценка существенности разности средних независимых и сопряженных выборок по t-критерию.....</b>	<b>13</b>
<b>4.9 Практическое занятие № 11-12 Дисперсионный анализ данных однофакторного полевого опыта с однолетними культурами.....</b>	<b>13</b>
<b>4.10 Практическое занятие № ПЗ-13-14 Дисперсионный анализ данных многофакторного полевого опыта проведенного методом.....</b>	<b>13</b>
<b>4.11 Практическое занятие № ПЗ-15 Корреляционный и регрессионный анализ количественных показателей.....</b>	<b>13</b>

# **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		3	2
2	Виды экспериментов и требования к полевому опыту			2
3	Основные этапы научного исследования		3	2
4	Основные методические приёмы и методы постановки опытов в зоотехнии		2	
6	Основные элементы методики полевого опыта			2
7	Размещение вариантов в полевом опыте		4	2
9	Математическая статистика и ее задачи			2
10	Эмпирические и теоретические распределения	4		2
11	Статистические методы проверки гипотез	6	4	2
12	Проведение полевого опыта		-	2
15	Особенности постановки опытов по переваримости кормов и обмену веществ на различных видах сельскохозяйственных животных		-	2
Итого		10	16	20

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ**

### **2.1 Темы индивидуальных домашних заданий**

- ИДЗ 1. Группировка и статистическая обработка данных при количественной изменчивости.
- ИДЗ 2. Оценка существенности разности средних независимых и сопряженных выборок по t-критерию
- 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 объём 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 посеве, 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

$$7. \text{ Классовый промежуток } i = \frac{R}{k} = 1,38$$

8. Рабочая вспомогательная таблица:

Классы	Среднее значение класса, xv	Частота f	Отклонения от A xv-A	Произведения f(xv-A)	Квадраты отклонений (xv-A) <sup>2</sup>	Произведения f(xv-A) <sup>2</sup>
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.:  $(16,50+17,78):2=17,4$ ; 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:

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

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

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

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

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

Вывод: \_\_\_\_\_

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

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

Вывод: \_\_\_\_\_

Доверительный интервал средней генеральной

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

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-Д, В-С, В-Д, С-Д.

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 ( $S_d$ ) по

$$\text{формуле: } S_d = \sqrt{\frac{(\sum d^2) - (\sum d)^2 \div n}{n(n-1)}}, \quad \text{где } (\sum d)^2 \div n \text{ – корректирующий фактор,}$$

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

Существенность средней разности устанавливают сравнением фактического критерия

$$\text{Стьюдента } (t_{\text{факт.}}) \text{ с теоретическим } (t_{\text{теор.}}). t_{\text{факт.}} = \frac{\bar{d}}{S_d}$$

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

$$(ошибки): F = \frac{s^2_e}{s^2_v}$$

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, х				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 Р	P1=58,3	P2=63,5	P3=65,2	P4=59,6	$\sum x=246,6$	$\bar{x}_o=15,4$

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

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{N}$$

$$N = l \times n$$

где,  $l$  – число вариантов в опыте;

$n$  – число повторений.

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

Находим произвольное начало « $A$ » – 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 <sub>A</sub>	Квадраты отклонений (x-A) <sup>2</sup>				$V_A^2$
	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 Р <sub>A</sub>	-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 урожая (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 урожая 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 урожая 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 урожая на делянках опыта

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

Вывод: на варьирование урожая 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	$1 \cdot n - 1 = 15$				
Повторений	$\sum P_A^2 : l - C$ 7,865	$n - 1 = 3$				
Вариантов	$\sum V_A^2 : n - C$ 230,045	$l - 1 = 3$	$S_v^2 = \frac{C_v}{l - 1} = 76,68$			
Остаточное	$C_z = C_y - (C_p + C_v)$ 7,87	$(l-1)(n-1) = 9$	$S_z^2 = \frac{C_z}{(l-1) \times (n-1)} = 0,87$	$\frac{S_{v^2}}{S_{z^2}} = 88,14$	3,86	6,99

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 ( $l - 1 = 3$ ) и остаточного ( $(l-1) \cdot (n-1) = 9$ ), 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

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

$HCP_{01} = t_{01} \times S_d = 3,25 \times 0,66 = 2,15$  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.

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

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

#### **3.1 Структура и основные задачи научных учреждений**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Научной организацией признается юридическое лицо независимо от организационно-правовой формы и формы собственности, а также общественное объединение научных работников, осуществляющие в качестве основной научную и (или) научно-техническую деятельность, подготовку научных работников и действующие в соответствии с учредительными документами научной организации.

Научные организации подразделяются на научно-исследовательские организации (институты), научные организации образовательных учреждений высшего профессионального образования, опытно-конструкторские, проектно-конструкторские, проектно-технологические и иные организации, осуществляющие научную и (или) научно-техническую деятельность. Они функционируют в системе Российской академии наук, органов исполнительной власти, вузов.

В ходе реформы системы российских государственных академий наук, в сентябре 2013 года к РАН были присоединены две другие государственные академии — Российская академия медицинских наук (РАМН) и Российская академия сельскохозяйственных наук (РАСХН). На сегодняшний день, с учётом членов РАМН и РАСХН, получивших в результате объединения этих академий с РАН статус членов РАН, Российская академия наук насчитывает 1956 членов — российских учёных, из них 864 академика (в том числе 44 женщины) и 1092 члена-корреспондента (в том числе 87 женщин). Кроме этого, 473 зарубежных учёных ныне являются иностранными членами РАН.

#### **3.2 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.

#### **3.3 Метод латинского прямоугольника. Метод рандомизированных расщеплённых делянок**

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.

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.

### **3.4 Особенности научно-производственных опытов в овцеводстве**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

При постановке научных опытов на овцах формирование групп животных осуществляется методами пар аналогов, сбалансированных групп-аналогов и методом мини-стада с учетом имеющихся в хозяйстве сведений о животных. Если выполняют исследования по межпородному скрещиванию, то эксперименты в этом случае можно проводить по разным схемам.

При проведении физиологических опытов в овцеводстве имеется возможность использования одно помётных братьев или сестер в том случае, если в эксперименте планируется иметь две группы животных.

При проведении научно-производственных опытов по откорму овец размер группы составляет 15-30 голов, при изучении откормочных качеств молодняка опыт проводят на 20-30 животных.

### **3.5 Дробный метод статистической обработки результатов исследований**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

При большом числе учитываемых факторов ПФЭ становится громоздким и занимает очень большое время для своего проведения. Однако число опытов можно сократить, если априори известно, что на процесс не оказывают влияния те или иные взаимодействия; действительно, в реальной ситуации некоторые взаимодействия факторов особенно высокого порядка (т.е. включающих большое число символов) не влияют на выходной параметр. В этом случае можно использовать так называемые дробные реплики от ПФЭ или дробный факторный эксперимент (ДФЭ). При использовании матрицы планирования ДФЭ нужно помнить, что мы получаем совместную оценку нескольких эффектов: факторов и их взаимодействий.

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

### **4.1 Практическое занятие 1 Измерения, средства измерений и их характеристики**

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

Средствами измерения и приборами рекомендуется ознакомиться в лаборатории кафедры земледелия и ТППР, а также воспользоваться интернет ресурсом.

### **4.2 Практическое занятие 2-3 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.

### **4.3 Практическое занятие 4-5 Выбор темы и формулирование гипотезы эксперимента**

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

### **4.4 Практическое занятие 6 Разработка схемы и структуры эксперимента**

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

### **4.5 Практическое занятие 7 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 нескольку расположены в разных частях поля и опытный участок не имеет одной общей границы.

### **4.6 Практическое занятие 8 Основные статистические характеристики количественной изменчивости**

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

### **4.7 Практическое занятие 9 Группировка и статистическая обработка данных при количественной изменчивости**

При подготовке к вопросам акцентировать внимание необходимо на то, что если объекты отличаются друг от друга по массе, размеру, высоте, объему и др., т.е. имеют единицы измерения, то проявляется *количественная изменчивость*; если по форме, цвету, вкусу – то мы наблюдаем *качественную изменчивость*. В каком случае вариационные ряды называются малыми или большими.

#### **4.8 Практическое занятие 10 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

#### **4.9 Практическое занятие 11-12 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.

#### **4.10 Практическое занятие 13-14 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).

#### **4.11 Практическое занятие 15 Корреляционный и регрессионный анализ количественных показателей**

При подготовке к вопросам акцентировать внимание необходимо на то, что в агрономических исследованиях важно выяснить какова зависимость между двумя или

несколькими признаками, установить их взаимную связь. Например, существует ли связь между урожаем пшеницы и количеством осадков, урожаем и густотой посева и т.д. Для выяснения этого используют статистические методы – корреляцию и регрессию.

В биологии и сельском хозяйстве животные, растения развиваются под действием большого числа факторов, которые по – разному влияют на проявление различных признаков. Здесь чаще встречаются такие взаимоотношения между переменными, когда каждому определенному значению признака « $x$ » соответствует не одно, а множество возможных значений признака « $y$ », т.е. их целое распределение. Рассеяние этих возможных значений объясняется влиянием очень большого количества дополнительных факторов, которые мы не учтываем. Так, известно, что урожайность зависит от количества удобрений, но одно оно не определяет урожайность, на нее влияет еще множество других факторов (количество осадков, качество семян, глубина их заделки, способ посева и т.д.), которые и лишают связи между двумя рассматриваемыми величинами характера функциональной зависимости. Такие связи называются корреляционными (корреляция – соотношение, соответствие).