

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

А.В. Исачкин

В.А. Крючкова

В.Д. Богданова

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В САДОВОДСТВЕ (САМОКОНТРОЛЬ)

Учебно-методическое пособие

Москва – 2021

УДК 634:519.2
ББК 42.3:22.172
И855

Рецензенты:

доктор с.-х. наук, профессор ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

А.К. Раджабов

канд. с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

С.В. Акимова

Исачкин А.В., Крючкова В.А., Богданова В.Д.

И855 Основы научных исследований в садоводстве (самоконтроль): учебно-методическое пособие. – М.: МЭСХ, 2021. – 62 с.
ISBN 978-5-6046183-0-1

Содержит тестовые задания для текущего контроля студентов (бакалавров) по учебной дисциплине «Основы научных исследований в садоводстве».

Для студентов, обучающихся по направлению 35.03.05 «Садоводство».

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией факультета садоводства и ландшафтной архитектуры (протокол № 4 от 07.12.2020).

УДК 634:519.2
ББК 42.3:22.172

ISBN 978-5-6046183-0-1

© **Исачкин А.В.**, Крючкова В.А., Богданова В.Д., 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Раздел 1. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЫБОРКИ	9
Шкалы оценки переменных. статистические параметры выборки	9
Тестовые задания.....	9
задачи для самостоятельного решения.....	11
Закономерности случайной вариации. Оценка достоверности статистических параметров	17
Тестовые задания.....	17
Задачи для самостоятельного решения	20
Статистический анализ вариации качественных признаков	23
Тестовые задания.....	23
Задачи для самостоятельного решения	25
Раздел 2. КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ	30
Тестовые задания.....	30
Задачи для самостоятельного решения	32
Регрессионный анализ	37
Тестовые задания.....	37
Задачи для самостоятельного решения	39
Раздел 3. ОСНОВЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА. ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ	42
Тестовые задания.....	42
Задачи для самостоятельного решения	44
Двухфакторный дисперсионный анализ	48
Тестовые задания.....	48
Задачи для самостоятельного решения	50
Иерархический дисперсионный анализ	52
Тестовые задания.....	52
Задачи для самостоятельного решения	54
Раздел 4. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С САДОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ	57
Тестовые задания.....	57
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	60

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины «Основы научных исследований в садоводстве» является выработка способностей к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности под руководством специалиста более высокой квалификации и к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности, используя классические и современные методы исследования.

Дисциплина «Основы научных исследований в садоводстве» включена в обязательный перечень дисциплин вариативной части. Дисциплина «Основы научных исследований в садоводстве» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.03.05 «Садоводство».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы научных исследований в садоводстве», являются «Математика и математическая статистика», «Информатика».

Особенностью дисциплины является использование компьютерных программ для оптимизации вычислений и графического анализа результатов экспериментов.

Рабочая программа дисциплины «Основы научных исследований в садоводстве» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 ч).

Содержание дисциплины

Раздел 1. Статистический анализ выборки.

Тема 1. Шкалы оценки переменных. Построение распределений частот встречаемости состояний переменного. Понятие о биометрии.

Предмет изучения биометрии. Задачи биометрии. Структура курса. Балльно-рейтинговая система оценки знаний и умений. Рекомендуемая учебная литература. Оборудование необходимое для проведения практических занятий.

Понятие о совокупности. Понятие о переменных (признаках). Способы учета признаков – шкалы оценки. Номинальная (категориальная) шкала. Порядковая (ранговая) шкала. Интервальная шкала. Построение распределений частот встречаемости состояний признаков.

Тема 2. Статистические параметры выборки. Вычисление доверительных интервалов.

Вариационный ряд. Две группы статистических параметров совокупности. Параметры средней тенденции: мода, медиана, среднее арифметическое. Параметры вариации: размах изменчивости, среднее абсолютное отклонение, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации. Основные статистические параметры выборки.

Доверительные вероятности. Уровни значимости. Проблема достоверности в статистике. Ошибка репрезентативности средней арифметической. Распределение средних арифметических малых выборок. Доверительный интервал средней арифметической генеральной совокупности. Определение необходимого объема выборочной совокупности. Ошибка репрезентативности и доверительный интервал для среднего квадратического отклонения и коэффициента вариации.

Тема 3. Проверка соответствия эмпирического распределения нормальному закону. Сравнение средних арифметических двух выборок.

Понятие о вероятности и статистической закономерности. Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Эмпирическая и теоретическая вероятности. Распределение вероятностей. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Нормальное распределение.

Нулевая гипотеза. Два типа статистических ошибок и мощность статистического критерия. Оценка достоверности различий между выборочными средними арифметическими. Сравнение средних квадратических отклонений и дисперсий.

Тема 4. Статистический анализ выборки при альтернативной изменчивости.

Альтернативная вариация. Средняя арифметическая и среднее квадратическое отклонение для альтернативной вариации.

Ошибка репрезентативности для альтернативной вариации. Доверительный интервал для альтернативной вариации. Преобразование Фишера. Расчет необходимой численности выборочной совокупности при альтернативной вариации. Оценка достоверности различий между долями.

Тема 5. Непараметрические критерии.

Понятие о непараметрической статистике. Критерии оценки независимости элементов выборки. Критерий серий, основанный на медиане. Критерий «восходящих» и «нисходящих» серий. Критерий минимумов и максимумов. Критерии однородности выборок. Критерий Манна-Уитни. Критерий Уилкоксона. Критерий оценки степени соответствия фактических данных теоретически ожидаемым «хи-квадрат».

Раздел 2. Корреляционно-регрессионный анализ.

Тема 6. Корреляционный анализ.

Понятие о корреляции. Типы корреляций. Коэффициент корреляции. Оценка достоверности выборочного коэффициента корреляции. Определение достоверности разницы между «г». Доверительный интервал коэффициента корреляции генеральной совокупности. Множественная и частная корреляция. Ошибка разности между средними арифметическими при наличии корреляции. Корреляционное отношение. Критерии нелинейности связи. Корреляция и причинность. Непараметрические критерии оценки корреляции. Коэффициент корреляции Чупрова. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Тема 7. Регрессионный анализ.

Статистические параметры выборки. Вычисление доверительных интервалов.

Раздел 3. Дисперсионный анализ.

Тема 8. Однофакторный дисперсионный анализ.

Задачи дисперсионного анализа. Общие теоретические предпосылки анализа. Градации факторов. Схемы дисперсионного анализа. Ограничения. Нулевая гипотеза. Общие этапы дисперсионного анализа.

Однофакторный дисперсионный анализ. Структура комплекса. Источники вариации. Суммы квадратов отклонений. Чис-

ла степеней свободы. Средние квадраты и их структура. Критерий Фишера. Дисперсии. Наименьшая существенная разность. Представление результатов и их интерпретация.

Раздел 4. Планирование эксперимента с садовыми растениями.

Тема 9. Типы и организация экспериментов.

Понятие об эксперименте и типы экспериментов (опытов): вегетационный; лизиметрический; вегетационно-полевой; полевой; производственный. Однофакторные и многофакторные опыты. Краткосрочные и многолетние опыты. Методические требования к опытам: типичность; принцип единственного различия; точность опыта. Организация эксперимента: планирование исследования; выбор и подготовка земельного участка; разработка схемы закладки опыта.

Планирование исследования: выбор и формулировка темы; определение цели и задач исследования; выбор объектов исследования; анализ состояния проблемы (исторический и современный); создание рабочей гипотезы (научного предположения); составление программы и методики исследования; определение способов проверки рабочей гипотезы; выбор методов исследования; определение необходимого количества наблюдений; определение необходимого количества времени для проведения наблюдений; выбор методов статистического анализа результатов наблюдений.

Выбор и подготовка земельного участка: требования к участку; подготовка участка: уравнительный посев; рекогносцировочный (разведывательный) посев. Разработка схемы закладки опыта: число вариантов; площадь и форма делянок; количество повторностей; количество растений на делянке; система размещения вариантов и повторностей (делянок) на участке: сплошное; разбросанное; систематическое; случайное.

Тема 10. Закладка опыта. Учеты и наблюдения. Документация и отчетность.

Техника закладки опыта. Полевые работы на опыте. Обработка почвы. Посев и посадка. Уход за растениями и опытом. Наблюдения в период вегетации. Документация и отчетность по

опыту: дневник; рабочая тетрадь; журнал опыта; таблицы с экспериментальными данными; графическое изображение данных.

Разделы итоговой исследовательской работы: введение (актуальность и новизна); цель и задачи исследования; краткая история проблемы (обзор литературы); схема, материал, методика и условия проведения эксперимента; результаты экспериментальной работы и их обсуждение; выводы и практические рекомендации.

Раздел 1. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЫБОРКИ

Шкалы оценки переменных. Статистические параметры выборки

Тестовые задания

1. Существуют следующие шкалы оценки переменных:
 - а) количественная, качественная
 - б) дискретная, непрерывная
 - в) номинальная, порядковая, интервальная
2. К категориальным признакам относят:
 - а) качественные признаки
 - б) количественные, непрерывные признаки
 - в) количественные, дискретные признаки
3. Характерными особенностями номинальной шкалы являются:
 - а) правило ранжирования модальностей отсутствует, интервал между модальностями не определен
 - б) правило ранжирования модальностей имеется, интервал между модальностями не определен
 - в) правило ранжирования модальностей отсутствует, интервал между модальностями определен
4. Рангом называют:
 - а) балл оценки признака
 - б) порядковый номер состояния признака
 - в) состояние признака
5. Характерными особенностями порядковой шкалы являются:
 - а) отсутствие правила ранжирования состояний переменного; интервал между рангами не определен
 - б) наличие правила ранжирования состояний переменного; интервал между рангами определен
 - в) наличие правила ранжирования состояний переменного; интервал между рангами не определен
6. Характерными особенностями интервальной шкалы являются:

- а) наличие правила ранжирования состояний переменного, интервал между состояниями переменного определен
- б) наличие правила ранжирования состояний переменного, интервал между состояниями переменного не определен
- в) отсутствие правила ранжирования состояний переменного, интервал между состояниями переменного определен

7. Вариационный ряд – это

- а) любая совокупность вариантов (отдельных наблюдений)
- б) распределение частот встречаемости классов выборки
- в) ранжированная совокупность вариантов

8. Величина межклассового интервала зависит от

- а) объёма выборки и размаха изменчивости
- б) числа классов и объёма выборки
- в) числа классов и размаха изменчивости

9. Медиана – это

- а) среднее значение варианты в выборке
- б) значение центральной варианты в ранжированной выборке
- в) наиболее часто встречающееся значение варианты в выборке

10. Количество медиан в выборке:

- а) только одна
- б) варьирует
- в) несколько

11. Средняя арифметическая вычисляется для

- а) номинальных переменных
- б) порядковых переменных
- в) интервальных переменных

12. Дисперсия выборки – это

- а) средний квадрат отклонений вариант от средней арифметической

б) сумма квадратов отклонений вариант от средней арифметической

в) частное от деления суммы квадратов отклонений вариант от средней арифметической на число степеней свободы

13. Дисперсия измеряется:

а) в тех же единицах, что и варианта

б) единица измерения отсутствует

в) в процентах

14. Коэффициент вариации зависит:

а) только от среднего квадратического отклонения

б) только от среднего арифметического

в) от среднего квадратического отклонения и среднего арифметического

15. Основными статистическими показателями являются:

а) среднее арифметическое, коэффициент вариации, размах изменчивости

б) объем выборки, среднее квадратическое отклонение, дисперсия

в) объем выборки, среднее арифметическое, дисперсия

Задачи для самостоятельного решения

Задание 1. Было подсчитано число зубчиков по краю листовой пластинки у 100 листьев сливы домашней сорта Скороспелка красная. Составьте вариационный ряд и постройте полигон распределения.

53	51	52	55	56	49	51	52	54	56
54	53	52	53	51	55	53	55	53	54
51	51	56	54	54	53	54	54	55	53
52	55	53	53	56	53	52	56	52	52
56	55	50	54	49	54	54	55	54	55
52	51	55	52	55	54	51	54	53	54
54	56	54	55	53	53	56	55	54	53
55	52	53	52	51	55	53	54	51	50
53	54	55	52	55	52	53	50	53	52
58	57	57	58	56	57	56	58	57	57

Задание 2. В 400 плодах яблони сорта Антоновка обыкновенная было подсчитано число семян. Плоды были собраны на четырех разных кварталах, по 92 шт. на каждом. Составьте 4 вариационных ряда, постройте полигоны распределения и сравните их между собой.

Квартал 1					Квартал 2					Квартал 3					Квартал 4				
2	2	4	4	4	5	2	4	7	7	4	7	5	2	8	6	7	3	4	4
3	3	2	4	2	5	4	2	8	6	3	6	6	10	8	3	5	6	4	4
7	9	5	2	7	4	4	2	4	4	4	3	5	6	5	4	1	4	2	6
4	1	4	7	3	2	3	5	8	2	9	5	3	9	5	5	2	4	3	4
4	1	5	9	3	4	4	6	6	5	4	6	5	5	4	3	5	9	6	4
4	1	5	10	4	4	4	6	6	5	4	6	5	5	4	3	5	9	6	4
3	7	4	5	1	8	5	7	9	5	8	9	5	6	6	4	3	7	4	4
7	5	6	3	6	7	4	5	8	6	3	3	4	3	7	4	4	4	5	3
8	10	6	3	3	6	5	2	5	3	11	3	7	4	7	3	5	5	3	4
1	3	7	2	5	5	5	3	3	4	6	5	6	1	6	4	4	4	6	4
4	2	5	4	8	6	3	4	6	5	2	6	6	1	2	2	2	5	2	2
5	9	3	5	6	4	6	5	7	1	3	6	5	4	2	8	9	4	5	3
2	2	11	4	6	6	4	6	2	5	3	5	7	2	6	5	5	1	2	7
5	12	5	8	2	4	2	1	6	4	5	1	2	9	1	3	4	7	3	6
5	6	5	4	4	5	2	7	6	2	7	3	5	4	4	5	4	7	5	4
8	4	6	6	5	3	3	5	7	4	5	5	5	6	10	2	3	8	3	5
6	6	4	2	6	6	7	5	4	5	8	6	7	6	4	2	6	1	1	4
7	2	5	7	4	6	4	5	1	5	10	8	7	5	4	6	4	4	7	5

Задание 3. У 120 плодов груши сорта Лада были подсчитаны нормально развитые семена. Составьте вариационный ряд. Постройте полигон распределения.

4	5	4	5	5	4	5	4	3	5	4	5
6	1	6	4	4	4	5	5	3	5	5	4
6	4	6	2	3	4	5	5	5	5	5	5
4	5	5	6	4	6	2	5	5	3	5	5
5	4	6	4	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	4	6	7	6	3	5	5	6	5	5
5	4	4	2	4	4	6	2	6	5	4	5
5	5	5	5	4	5	4	6	5	4	7	5
5	5	6	6	4	4	4	6	5	4	3	5
5	7	5	5	5	5	4	3	7	6	4	4

Задание 4. У 60 цветков вишни обыкновенной была измерена длина лепестка (мм). Составьте вариационный ряд и постройте полигон распределения.

12	10	14	14	13	12	12	12	15	13
11	12	12	14	12	11	13	12	13	14
11	13	14	12	13	12	12	14	12	14
13	13	12	13	12	13	12	11	11	12
13	14	12	14	13	14	13	12	14	15
10	11	10	11	15	11	16	11	11	11

Задание 5. Представьте в виде вариационного ряда и графически данные о длине листовой пластинки (см) у садовой земляники сорта Фестивальная.

8,2	9,7	5,6	7,4	8,0	6,4	6,6	6,8	8,4	7,1
9,0	6,0	7,6	8,1	11,8	5,8	9,3	7,3	8,2	7,2
7,2	6,4	7,7	9,0	8,1	7,1	7,1	8,8	7,5	9,2
7,5	6,8	7,0	6,4	7,4	8,2	6,3	7,0	8,1	10,0
7,0	7,1	8,7	6,3	8,6	7,7	7,3	8,0	8,4	9,3
7,3	6,0	7,7	6,1	9,6	7,4	7,2	7,2	8,7	7,5
9,1	6,4	8,3	6,5	8,2	7,2	6,9	6,9	8,2	9,0
7,4	8,0	8,4	7,0	7,1	7,4	6,6	6,4	8,3	7,9
8,3	7,2	7,2	6,6	6,6	7,7	8,7	5,6	7,5	5,7
6,9	7,4	7,2	6,2	6,9	6,8	9,2	9,2	7,1	6,5
5,2	8,0	7,1	8,4	8,1	6,8	6,1	6,8	7,9	8,0
5,6	7,8	7,2	8,8	6,6	6,6	5,6	8,1	9,0	8,4
7,1	7,4	8,7	8,9	7,8	7,3	8,6	8,7	8,2	8,9
6,4	8,6	7,8	5,7	8,5	10,4	8,6	7,7	8,1	8,2
8,5	7,8	7,9	7,5	6,7	7,0	7,9	7,5	8,7	6,8
8,1	7,8	7,8	8,2	7,2	7,9	9,5	7,6	7,0	7,0
7,7	8,1	7,3	7,0	7,4	7,6	8,4	7,3	5,9	9,4
7,8	7,0	7,6	6,6	7,5	9,3	8,1	7,4	8,6	8,2
8,0	7,0	7,0	10,2	6,3	9,6	8,4	8,4	8,0	7,4
8,0	6,2	6,8	10,3	8,5	7,0	7,8	8,1	7,0	7,2

Задание 6. Составьте вариационный ряд и изобразите его графически для данных о семенной продуктивности 200 деревьев груши лесной (число нормально развитых семян собранных с каждого дерева, шт.).

3586	2761	2825	3807	3858	3904	3530	1951	2362	2729
3453	2635	3752	2666	3331	923	2948	3428	2574	2581
3165	2361	4055	2440	2763	2838	2893	2461	791	4011
2148	2144	2856	2293	3246	2955	3920	3205	2949	2559
2358	2766	2849	3420	2833	3528	3250	1474	2632	2108
2580	3468	903	3027	3177	3666	3242	2715	2730	2748
3115	2330	3339	2033	1850	2093	3642	3736	3847	4080
3847	2934	3676	4155	3306	3734	2199	2468	2448	3293
3465	2540	4288	3685	4708	3758	2735	3363	3306	3511
4052	3380	3154	4571	1426	2981	3224	1480	1586	1953
2340	2520	2855	2600	3711	3073	3708	4167	4526	1600
1360	2192	2690	3390	3350	3009	3940	3510	3658	2326
3445	3170	2271	2007	2107	4901	3002	2934	3007	1687
3458	1915	3090	1917	3382	4773	2331	1420	3656	1966
3651	4174	1274	2247	3859	1548	2620	3564	4507	2562
4659	4985	2132	3047	4582	2815	2973	4305	2340	3043
3021	4194	2654	3001	5190	2665	3230	5235	3936	4980
3148	3015	1785	2088	2026	2390	2064	4207	2540	4853
1450	2118	2936	4510	4216	3315	2821	3431	3354	4106
1501	2454	3287	4580	1965	1563	3559	3401	2728	3491

Задание 7. Была измерена длина 12 однолетних побегов (мм) у груши: 700; 667; 765; 733; 857; 423; 633; 566; 706; 518; 766; 520.

Вычислите среднее арифметическое, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации. Надо ли для данного материала составлять вариационный ряд?

Задание 8. Были получены данные о массе 21 плода алычи сорта Тимирязевская (г). Вычислите среднее арифметическое, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации.

32	28	29	30	31	33	29
31	27	34	29	30	29	28
26	30	28	30	31	29	30

Задание 9. Имеются данные о массе 115 плодов яблони сорта Голден Дилишес высшей категории качества. Вычислите среднее арифметическое, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации. Постройте гистограмму.

162	151	161	170	167	164	166	164	173	172
165	153	164	169	170	154	163	159	161	167
168	164	170	166	176	157	159	158	160	161
167	155	166	167	173	165	175	165	174	167
170	169	159	159	160	156	161	162	161	181
159	169	160	169	161	161	166	164	170	180
158	167	169	165	166	172	168	171	178	178
171	165	161	162	182	164	171	169	176	177
170	169	171	160	165	165	179	161	178	173
168	171	163	165	166	166	166	169	167	166
167	172	169	171	168	162	165	168	171	174
165	168	167	170	170					

Задание 10. Средняя высота сеянцев персика, начиная с появления всходов и до выкопки, была следующей:

- 2-я неделя – 6,2 см;
- 4-я неделя – 12,1 см;
- 6-я неделя – 19,3 см;
- 8-я неделя – 38 см;
- 10-я неделя – 48,1 см;
- 12-я неделя – 50,4 см;
- 14-я неделя – 71,9 см;
- 16-я неделя – 75,9 см.

Определите, на сколько в среднем увеличивалась высота сеянцев в течение двух недель. Затем вычислите средний прирост по формуле средней геометрической.

Задание 11. Определите среднюю взвешенную длину однолетних побегов по следующим трем выборкам яблони сорта Коричное Полосатое, срезанных с трех разных деревьев.

Номер дерева	Число побегов	Средняя длина, см
1	106	57,2
2	86	60,4
3	78	66,1

Задание 12. Были получены следующие средние арифметические данных о продуктивности (кг/дер.) абрикоса сорта Краснощекий, произрастающего на 5 разных участках:

$$\begin{aligned}\bar{x}_1 &= 26,2 (n_1 = 10); \\ \bar{x}_2 &= 23,8 (n_2 = 3); \\ \bar{x}_3 &= 26,1 (n_3 = 7); \\ \bar{x}_4 &= 27,5 (n_4 = 15); \\ \bar{x}_5 &= 25,5 (n_5 = 5).\end{aligned}$$

Вычислите взвешенную среднюю арифметическую. На сколько взвешенная средняя арифметическая будет отличаться от средней, полученной без учета весов отдельных групп.

Задание 13. Разные косточковые культуры выращиваются в хозяйстве на разных площадях. Какова средняя урожайность косточковых культур в хозяйстве?

Название культуры	Урожайность, ц/га	Площадь, га
Слива домашняя	15,2	17
Черешня	9,4	45
Персик	16,0	60
Абрикос	9,5	15

Задание 14. Изучали продуктивность (кг/дер.) у разных сортов алычи:

$$\begin{aligned}\text{Сорт «Путешественница» } \bar{x}_1 &= 46,2 (n_1 = 6); \\ \text{Сорт «Кубанская комета» } \bar{x}_2 &= 63,8 (n_2 = 10); \\ \text{Сорт «Десертная» } \bar{x}_3 &= 37,2 (n_3 = 15); \\ \text{Сорт «Отличница» } \bar{x}_4 &= 35,6 (n_4 = 5).\end{aligned}$$

Определите среднюю урожайность для всех сортов алычи.

Задание 15. Были установлены следующие показатели высоты саженцев двух сортов сливы домашней:

$$\begin{aligned}\text{Сорт «Скороспелка красная» } \bar{x}_1 &= 60 \text{ см}; \sigma_1 = 3 \text{ см}; \\ \text{Сорт «Венгерка московская» } \bar{x}_2 &= 100 \text{ см}; \sigma_2 = 5 \text{ см}.\end{aligned}$$

Отличаются ли сорта по степени изменчивости высоты саженцев?

Задание 16. При изучении массы плода у персика сорта Золотой юбилей коэффициент вариации массы был примерно 13 %,

а $\bar{x} = 200$ г. Чему равны среднее квадратическое отклонение и дисперсия массы плода?

Задание 17. Применили три разных метода определения хлорофилла на выборках из 12 листьев плодовых растений, при этом получили следующие статистические показатели (мг):

$$\bar{x}_1 = 61,4; \sigma_1 = 5,22;$$

$$\bar{x}_2 = 337; \sigma_2 = 31,2;$$

$$\bar{x}_3 = 13,71; \sigma_3 = 1,2.$$

Сравните коэффициента вариации при разных методах и сделайте выводы.

Задание 18. Было установлено, что в опытах с вишней коэффициент вариации урожая с гектара около 5 %. Будет ли неожиданным, если при среднем урожае 25 ц/га среднее квадратическое отклонение окажется около 0,5 ц?

Задание 19. Было установлено, что в группе сеянцев абрикоса средняя скорость роста составляла 5,6 см в неделю. Определите среднее квадратическое отклонение, если известно, что коэффициент вариации равен 10 %.

Закономерности случайной вариации. Оценка достоверности статистических параметров

Тестовые задания

1. Распределение – это

- а) совокупность значений вариант
- б) совокупность значений вероятностей
- в) совокупность значений вариант и соответствующих им вероятностей

2. Теоретической основой любого распределения является:

- а) распределение Пуассона
- б) нормальное распределение
- в) биномиальное распределение

3. В биологии при анализе изменчивости чаще всего встречается:

- а) распределение Пуассона
- б) нормальное распределение
- в) биномиальное распределение

4. Что такое ошибка среднего арифметического?

- а) дисперсия выборочных средних вокруг генерального среднего
- б) среднее квадратическое отклонение выборочных средних вокруг генерального среднего
- в) размах изменчивости выборочных средних вокруг генерального среднего

5. Ошибка среднего арифметического:

- а) прямо пропорциональна объему выборки и обратно пропорциональна среднему квадратическому отклонению
- б) прямо пропорциональна среднему квадратическому отклонению и обратно пропорциональна объему выборки
- в) прямо пропорциональна объему выборки и обратно пропорциональна среднему квадратическому отклонению

6. Распределение Стьюдента отличается от нормального тем сильнее:

- а) чем меньше объем выборки
- б) чем больше объем выборки
- в) чем больше среднее квадратическое отклонение

7. Доверительный интервал среднего арифметического зависит:

- а) от ошибки среднего арифметического
- б) от значения критерия Стьюдента
- в) от ошибки среднего арифметического и от значения критерия Стьюдента

8. Для того чтобы определить объем выборки, необходимо задать:

а) значение критерия Стьюдента, желаемую точность, среднее квадратическое отклонение

б) среднее арифметическое, желаемую точность, среднее квадратическое отклонение

в) значение критерия Стьюдента, желаемую точность, среднее арифметическое

9. Согласно нулевой гипотезе:

а) достоверные различия между параметрами выборки имеются

б) достоверные различия между параметрами выборки отсутствуют

в) различия между параметрами выборки неизвестны

10. Статистическая ошибка первого рода состоит в том, что:

а) отклоняется нулевая гипотеза, которая в действительности верная

б) принимается нулевая гипотеза, которая в действительности ложная

в) отклоняется альтернативная гипотеза, которая в действительности верная

11. Статистическая ошибка второго рода состоит в том, что:

а) отклоняется нулевая гипотеза, которая в действительности верная

б) принимается альтернативная гипотеза, которая в действительности ложная

в) принимается нулевая гипотеза, которая в действительности ложная

12. Мощность статистического критерия – это

а) вероятность того, что будет принято правильное решение при ложной нулевой гипотезе

б) вероятность того, что будет принято правильное решение при верной нулевой гипотезе

в) вероятность того, что будет принято правильное решение при ложной альтернативной гипотезе

13. Мощность статистического критерия зависит от

а) объема выборки

б) размаха изменчивости в выборке

в) закона распределения вероятностей

14. Различия между средними арифметическими двух генеральных совокупностей:

а) всегда не достоверны

б) всегда достоверны

в) в одних случаях достоверны, в других – недостоверны

15. Различия между средними арифметическими двух выборок:

а) всегда недостоверны

б) всегда достоверны

в) в одних случаях достоверны, в других – недостоверны

Задачи для самостоятельного решения

Задание 1. Диаметр плодов сливы домашней сорта Ренкюд Альтана был следующим (мм): 34; 36; 32; 31; 29; 37; 32; 36; 40; 34; 41; 38; 34; 40; 33; 37; 35; 36; 34; 38.

Определите среднее арифметическое, среднее квадратическое отклонение, ошибку среднего. Установите доверительные интервалы для среднего при вероятности 0,99; при вероятности 0,95.

Задание 2. У 400 деревьев айвы первые цветки появились в среднем на 70,5 дня после перехода температуры через +5 °С. Среднее квадратическое отклонение – 6,9 дня. Определите среднюю ошибку для среднего арифметического и доверительные интервалы при 5%-м и 1%-м уровнях значимости.

Задание 3. При изучении длины 502 листьев садовой земляники были получены $\bar{x} = 7,86$ см; $\sigma = 1,32$ см. Определите ошибку среднего и доверительные интервалы для средней арифметической генеральной совокупности на 1%-м и 5%-м уровнях значимости.

Задание 4. Было измерено 9 листочков земляники. Получены значения $\bar{x} = 5$ см; $\sigma = 1,5$ см. Каковы доверительные интервалы для \bar{x} при уровнях значимости 0,05; 0,01?

Задание 5. Были получены следующие данные о высоте трехлетних саженцев двух сортов груши (см). Различаются ли сорта по высоте саженцев?

Чижовская	186	190	165	182	182	182	180
	173	157	179	164	146	173	144
	156	156	165	160	160	161	144
	153	152	151	173			
Москвичка	162	163	190	188	147	146	145
	157	162	186	175	147	145	145
	155	174	180	148	175	145	144
	153	165	141	164			

Задание 6. Масса плодов у двух сортов сливы китайской оказалась следующей (г):

Скороплодная – 37,5; 37,9; 37,4; 37,8; 36,8; 37,8; 37,5;

Красный шар – 37,8; 38,1; 37,0; 37,5; 37,7; 37,8; 37,6.

Отличаются ли эти два сорта по массе плода?

Задание 7. У двух сортов яблони подсчитывали число нормально развитых семян в плодах. Достоверно ли различие по числу семян в плодах у этих сортов?

Боровинка	5	3	8	4	6	4	5	9	5	
	5	4	3	5	5	5	5	7	4	
	5	7	5	3	3	5	4	5	4	
Скрыжапель	6	7	4	5	5	6	7	5	6	8
	7	7	5	6	4	5	7	5	6	4
	5	7	6	5	5	5	6	6	6	5
	6	8	7	7	6	6	6	7	7	6
	5	9	8	8	5	8	5	6	7	

Задание 8. У двух сортов груши были проведены измерения длины однолетних побегов (см). Различаются ли сорта по данному показателю?

Чижовская	47	53	50	56	49	52	51	58	55
	50	48	51	51	48	60	51	57	57
	51	54	52	58	50	51	51	58	53
	52	49	59	61	50	52	51	63	62
	54	53	54	68	54	63	64	57	57
	60	57	60	69	57	56	54	54	55
	61	59	57	70	58	57	55		

Лада	83	87	89	77	80	78	82	75	73
	71	76	86	90	84	88	72	73	68
	72	75	74	81	91	85	79	78	69
	68	73	68	71	75	71	76	72	66
	63	65	66	69	73	69	71	72	67
	70	64	51	67	70	66	62	65	

Задание 9. Для определения pH сока смородины черной применили 2 типа электродов.

При первом показания pH: 5,78; 5,74; 5,84; 5,80.

При втором – 5,82; 5,87; 5,96; 5,89.

Следует ли отбросить нулевую гипотезу?

Задание 10. Пробы по 15 семян миндаля сорта «Никитский», выращиваемых в разных условиях проверяли на устойчивость к раздавливанию.

Первая проба (в единицах давления): 42, 50, 36, 34, 45, 56, 42, 53, 25, 65, 33, 40, 39, 43, 42.

Вторая: 43, 44, 51, 40, 29, 49, 39, 59, 43, 48, 67, 44, 46, 54, 64.

Проверьте, достоверно ли различие между двумя средними арифметическими?

Задание 11. Был изучен индекс плода (отношение диаметра к высоте) у двух сортов яблони:

Синап Орловский – 0,98; 0,83; 0,99; 0,86; 0,90; 0,81; 0,94; 0,92; 0,87.

Богатырь – 1,20; 1,18; 1,33; 1,21; 1,20; 1,07; 1,13; 1,12.

Установите достоверность различий между средними с вероятностью 0,95.

Задание 12. Определяли высоту трехлетних привитых и корнесобственных деревьев алычи сорта Кубанская комета:

привитые: 234, 277, 214, 201, 174, 167, 184, 157, 196, 173, 190, 191, 141, 150, 191;

корнесобственные: 183, 154, 175, 159, 157, 189, 198, 165, 176, 124, 173, 182, 204, 151, 147.

Достоверна ли разница между привитыми и корнесобственными деревьями по высоте?

Задание 13. Получены данные о длине листьев у трех сортов черешни (мм):

Брянская розовая: 120, 120, 121, 122, 125, 126, 126, 125, 122, 123, 122;

Ипуть: 129, 123, 128, 125, 126, 127, 129, 125, 124, 129, 128, 127, 127;

Фатеж: 122, 127, 125, 128, 127, 122, 129, 127.

Достоверна ли разница между средними арифметическими длины листовой пластинки у этих сортов?

Статистический анализ вариации качественных признаков

Тестовые задания

1. Альтернативная вариация – это
 - а) вариация качественных признаков
 - б) когда совокупность состоит только из двух групп: одной, имеющей данное проявление признака, другой – не имеющей
 - в) вариация признаков, выраженных в процентах
2. Средняя арифметическая при альтернативной вариации представляет собой:
 - а) долю определенного класса в выборке
 - б) среднюю между долями обоих классов в выборке
 - в) не определена
3. При альтернативной вариации количество средних арифметических в выборке равно:
 - а) одному
 - б) двум
 - в) не определено
4. Дисперсия при альтернативной вариации – это
 - а) сумма квадратов отклонений отдельных вариантов от средней арифметической
 - б) произведение долей обоих классов в совокупности
 - в) корень квадратный из произведения долей обоих классов совокупности

5. Максимальное значение дисперсии при альтернативной вариации равно:

- а) 1
- б) 0,5
- в) 0,25

6. Ошибка средней при альтернативной вариации:

- а) прямо пропорциональна объему выборки
- б) обратно пропорциональна объему выборки
- в) не зависит от объема выборки

7. Можно ли вычислить ошибку средней при альтернативной вариации, если средняя равна нулю:

- а) можно
- б) нельзя
- в) в некоторых случаях можно

8. Обычными методами доверительный интервал для доли вычисляется если:

- а) доля близка к единице
- б) доля близка к нулю
- в) доля близка к 0,5

9. Непараметрическими критериями называют критерии:

- а) независимыми от распределения случайной величины
- б) зависимыми от распределения случайной величины
- в) зависимыми от некоторых типов распределения случайной величины

10. При вычислении критерия серий, основанного на медиане, исходные данные преобразуют по следующему правилу:

- а) вместо варианты ставится «+», если она больше Me
- б) вместо варианты ставится «-», если она меньше Me
- в) вместо варианты ставится «=», если она больше Me

11. Серией называют последовательность записанных подряд:

- а) только одинаковых знаков «+»
- б) только одинаковых знаков «-»
- в) одинаковых знаков «+» или «-»

12. Если нулевая гипотеза верна, то количество серий должно быть:

- а) достаточно большим
- б) достаточно малым
- в) средним

13. Если сравнить критерий серий, основанный на медиане, с критерием восходящих и нисходящих серий по мощности, то:

- а) критерий серий, основанный на медиане более мощный
- б) критерий восходящих и нисходящих серий более мощный
- в) оба критерия примерно одинаковы по мощности

14. Однородность двух выборок означает, что:

- а) они выбраны из одной генеральной совокупности
- б) они выбраны из разных генеральных совокупностей
- в) в пределах этих выборок вариация мала

15. Условием использования критерия множественных сравнений Уилкоксона является:

- а) объем сравниваемых выборок должен быть одинаковый
- б) число сравниваемых выборок должно равно 2
- в) число сравниваемых выборок должно быть меньше 5

Задачи для самостоятельного решения

Задание 1. У 48 сортов сливы домашней побеги были опущенные, у 12 – неопущенные. Определите долю опущенных побегов и её ошибку (в долях единицы и в абсолютных величинах).

Задание 2. Из 253 семян черешни, у 6 наблюдали полный иммунитет к коккомикозу. Каковы доверительные границы для процента иммунных растений при $P = 0,05$, при $P = 0,01$?

Задание 3. За длительный период наблюдали случаи заражения сорта сливы домашней «Тулская черная» шаркой, при этом оказалось, что за первые 4 года исследований их было 40,

причем 10 деревьев пришлось выкорчевывать. За последующие 6 лет – 60 случаев, в том числе 5 деревьев подлежали выкорчевке. Достоверна ли разница в проценте погибших деревьев за первые 4 года и последующие 6 лет?

Задание 4. Коллекция персика состоит из 200 сортов. 120 из них имеют колокольчатый тип цветка, а 80 сортов – розовидный. Каковы доли или проценты сортов с колокольчатым и розовидным типами цветков в коллекции. Достоверна ли разница между процентами тех и других?

Задание 5. При облучении дозой в 300 Р зеленых черенков абрикоса сорта Краснощекий, из 805 выращенных саженцев этого сорта выявлено 80 мутантных растений. При облучении той же дозой зеленых черенков, предварительно обработанных гетероауксинами, из 2756 выращенных саженцев было выявлено 357 мутантов. Какой процент мутантов получен в обоих опытах? Повлияла ли обработка зеленых черенков гетероауксинами на процент мутантных растений?

Задание 6. Под влиянием рентгеновского облучения черенков сорта смородины черной «Голубка» и сорта смородины красной «Натали» появлялись мутанты: у сорта смородины красной «Натали» – 10 мутантных растений и 90 нормальных; у сорта смородины черной «Голубка» – 90 мутантных и 60 нормальных. Достоверна ли разница в количестве мутантных растений между сортами красной и черной смородины?

Задание 7. Рассчитайте среднее квадратическое отклонение для 750 рецессивных семян земляники, имеющих белую окраску ягоды, учитывая, что расщепление в потомстве составляет 3 окрашенных:1 белую.

Задание 8. Из 30 деревьев сорта вишни «Молодежная», пораженных монилиозом, погибло 4 дерева. По массовым статистическим данным частота гибели от данного заболевания составляет 0,133. Достоверна ли разница между фактически наблюдавшейся частотой гибели деревьев и ожидаемой? Какими таблицами для определения достоверности t надо пользоваться?

Задание 9. 20 пораженных коккомикозом деревьев сорта черешни Краснодарская ранняя обработали новым фунгицидом С, 20 других больных деревьев того же сорта – фунгицидом Е. В первой группе ни одной гибели деревьев не наблюдали, во второй – погибло 10 деревьев. Достоверна ли разница между группами, т. е. можно ли говорить о достоверном эффекте фунгицида С?

Задание 10. При обследовании деревьев трех сортов яблони, растущих на одном участке на наличие вирусов, были получены табличные данные. Достоверно ли различие между сортами по количеству пораженных вирусами деревьев? Определите также средний процент пораженных вирусами деревьев в целом по трем сортам.

Сорт	Число обследованных деревьев	Доля деревьев, зараженных вирусами, %
1	40	5
2	100	2
3	10	60

Задание 11. Из 150 деревьев груши сорта Нарядная Ефимова, обработанным от парши фунгицидом А, признаки поражения данным заболеванием проявили 15 деревьев, а из 300 деревьев, обработанных фунгицидом Б признаки поражения проявили 45 деревьев. Случайна ли разница в поражаемости паршой или полученное различие достоверно, т. е. является результатом обработки деревьев различными фунгицидами?

Задание 12. На двух участках произрастало по 50 деревьев груши сорта «Русская Малгоржатка». На одном участке заболело паршой 2 дерева, на другом – 7 деревьев. Случайна ли эта разница или же заболеваемость паршой на разных участках была различна?

Задание 13. В опытах по индуцированному мутагенезу (обработка апексов рентгеновыми лучами) у смородины черной сорта «Минай Шмырев» получены табличные данные. Достоверны ли различия между группами, получавшими разные дозы облучения? Какова зависимость процента транслокаций от дозы?

Вариант обработки	Количество изученных препаратов (метафазных пластинок мейоза)	Количество транслокаций
Контроль	32140	63
1500 Р	15281	649
3000 Р	11738	1027
6000 Р	9116	1462

Задание 14. В потомстве облученных рентгеновыми лучами форм абрикоса изучали частоту появления инверсий, делеций и транслокаций. Получены табличные данные. Насколько достоверны различия между группами, получившими разные дозы облучения? Постройте график зависимости числа хромосомных нарушений от дозы.

Вариант обработки	Количество изученных хромосом	Количество хромосом с аберрациями
Контроль	1447	0
1500 Р	1371	8
3000 Р	982	21
6000 Р	734	54

Задание 15. По окраске плодов персика наблюдали следующее расщепление: сильно окрашенных 92, наполовину окрашенных 182 и имеющих только небольшую окрашенную зону 81. Проверьте соответствие полученных частот ожидаемым при расщеплении 1:2:1.

Задание 16. У семян персика наблюдали следующее расщепление по окраске мякоти плодов. Проверьте соответствие полученного расщепления теоретически ожидаемому 3:1 по отдельным семьям и по всем гибридам в целом.

Номер гибридной семьи	Количество семян с желтой мякотью	Количество семян с белой мякотью
1	79	14
2	120	31
3	81	27
4	95	29
5	139	57
6	24	9
7	19	8
8	45	11

Раздел 2. КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

Тестовые задания

Задание 17. В четырех гибридных семьях алычи наблюдали следующее расщепление по окраске листа. Проверьте соответствие полученных данных ожидаемым при отношении 3:1 по всему гибриднему материалу в целом и по каждой семье отдельно. Однороден ли опытный материал?

Номер гибридной семьи	Количество семян с пурпурной окраской	Количество семян с зеленой окраской
1	112	43
2	76	22
3	146	12
4	143	44

Задание 18. Изучали две гибридные семьи сливы домашней по наличию или отсутствию опушения на побегах. Различаются ли эти семьи по данному показателю?

Гибридная семья	Опушение побега	
	Отсутствует	Имеется
1	32	2
2	129	13

Задание 19. Изучали 3 популяции форм миндаля бухарского по окраске цветков. Различаются ли эти популяции по данному признаку?

Популяция	Окраска цветка	
	Белая	Розовая
A	22	24
B	23	33
C	50	15

Задание 20. Проверьте гипотезу об однородности четырех выборок сортов алычи по длине листовой пластинки с использованием непараметрических критериев.

1-я выборка	2-я выборка	3-я выборка	4-я выборка
36	56	52	39
47	61	57	57
50	64	59	63
58	66	58	61
67	66	79	65

1. Положительная корреляция означает, что:
а) с увеличением одного признака, другой увеличивается
б) с увеличением одного признака, другой уменьшается
в) с увеличением одного признака, другой не изменяется

2. Мерой связи между двумя признаками является:
а) среднее произведение нормированных отклонений двух признаков

б) сумма нормированных отклонений двух признаков
в) разность нормированных отклонений двух признаков

3. Коэффициент корреляции варьирует в пределах:

а) от 0 до 1
б) от -1 до 1
в) пределы отсутствуют

4. Коэффициент детерминации – это

а) квадрат коэффициента корреляции
б) корень квадратный из коэффициента корреляции
в) абсолютная величина коэффициента корреляции

5. Почему проводят z -преобразование коэффициента корреляции?

а) потому, что величина z распределена почти нормально
б) потому, что величина z точнее отражает связь между признаками
в) потому, что величина z имеет меньшую ошибку

6. Каким способом определяют доверительный интервал коэффициента корреляции?

а) обычным методом: произведением ошибки на коэффициент Стьюдента

б) вначале определяют интервал для z , а затем переводят его в r
в) доверительный интервал вообще не определяется

7. Можно ли из величины коэффициента корреляции делать выводы о причинно-следственных связях между признаками?

- а) нет нельзя
- б) можно
- в) в некоторых случаях можно

8. Частная корреляция – это

- а) оценка связи между несколькими признаками
- б) оценка связи между двумя признаками, исключив при этом влияние третьего признака
- в) оценка связи между двумя признаками, учитывая при этом влияние третьего признака

9. Какую связь измеряет корреляционное отношение?

- а) прямолинейную
- б) криволинейную
- в) прямолинейную и криволинейную

10. Если $\eta_{y/x} \approx \eta_{x/y}$, что это означает?

- а) связь прямолинейная
- б) связь криволинейная
- в) связь не достоверна

11. В каких пределах варьирует корреляционное отношение?

- а) от -1 до +1
- б) от 0 до +1
- в) от 0 до ∞

12. Какой критерий используется для оценки достоверности корреляционного отношения?

- а) критерий Стьюдента
- б) критерий хи-квадрат
- в) критерий Фишера

13. К критериям нелинейности связи относится:

- а) критерий Стьюдента
- б) критерий хи-квадрат
- в) критерий Фишера

14. Достоверность коэффициента корреляции Чупрова оценивается по

- а) специальной таблице
- б) величине значения «хи-квадрат»
- в) величине коэффициента Стьюдента

15. Коэффициент корреляции Спирмена вычисляется для признаков, оцененных в

- а) номинальной шкале
- б) интервальной шкале
- в) порядковой шкале

Задачи для самостоятельного решения

Задание 1. Длина девятого (x) и пятнадцатого (y) листа, начиная с основания побега, у черешни сорта «Валерий Чкалов» показаны в таблице (см). Постройте корреляционную решетку распределения этих признаков и вычислите коэффициент корреляции.

x	10,7	10,8	10,6	10,7	10,1	11,2	11,4	12,1	12,3	12,0	12,3	12,7	12,9
y	11,2	10,9	10,5	10,5	9,6	11,2	11,3	12,2	12,1	11,7	11,0	13,2	13,0

x	12,8	13,1	13,3	13,3	13,4	12,7	12,5	12,7	13,6	13,5	13,7	13,6	13,8
y	12,2	13,4	12,6	12,2	12,0	11,2	11,4	11,3	13,6	13,2	12,7	12,9	12,3

Задание 2. Изучали высоту косточки (x) и высоту плода (y) у сливы домашней сорт Тульская черная (мм). Постройте корреляционную решетку распределения этих признаков и вычислите коэффициент корреляции.

x	15	16	15	15	16	17	18	18	17	17	17	15	16	15	15	15	14
y	29	31	32	33	32	33	33	36	36	35	35	35	33	31	32	31	31

x	15	15	17	15	13	15	14	17	15	16	15	15	14	15	15	13	15	16
y	31	31	35	33	30	32	31	35	33	33	32	30	31	31	33	30	30	33

x	16	15	16	15	16	18	17	14	15	15	16	18	15	14	17	15	15	14
y	33	33	33	30	31	34	34	31	33	32	33	35	32	32	35	32	31	30

x	15	15	15	14	15	15	15	17	15	17	15	14	15	18	17	17	18	17
y	33	31	32	30	31	31	32	35	31	36	33	33	33	35	36	34	35	33

x	14	15	14	17	16	17	18	18	16	16	17	17	16	16	17	16	16	15
y	30	33	32	32	34	34	34	35	35	33	34	33	35	33	33	33	33	34

Задание 3. Изучали сопряженность варьирования числа семян (x , шт.) и диаметра сердечка (y , мм) у яблони сорта Антоновка обыкновенная. В результате обследования 60 плодов получены данные. Постройте корреляционную решетку распределения этих признаков и вычислите коэффициент корреляции.

x	1	8	3	5	7	8	4	8	3	4	4	8	8	5	7
y	33	30	31	31	31	32	31	31	32	33	32	31	31	31	31

x	6	6	5	6	6	6	5	6	5	4	5	6	2	2	4
y	30	31	32	32	31	31	31	32	30	31	31	31	32	33	33

x	6	5	7	8	10	6	7	6	7	6	5	10	7	8	8
y	32	32	31	32	31	31	30	31	31	32	31	30	32	32	31

x	6	8	6	5	8	7	6	5	9	5	3	4	7	8	9
y	31	31	32	32	31	30	32	31	31	31	32	32	31	31	31

Задание 4. Учитывали число семян в плодах сорта яблони Коричное полосатое (x) и число семян в плодах сеянцев, полученных от свободного опыления этого сорта (y). Постройте корреляционную решетку распределения этих признаков и вычислите коэффициент корреляции.

x	6	7	5	6	5	5	4	5	5	4	6	7	6	5	6	6	7	3	6	7	4				
y	4	5	4	4	6	2	3	3	2	6	6	9	7	2	4	7	5	6	8	10	4	5	5	4	2

x	5	5	6	5	6	4	5	7	7	6	6	6	5	7	6	5	4	6	5	5	6	6	5	6	8
y	5	6	5	9	3	6	4	3	4	2	5	7	3	5	4	5	3	7	2	3	2	5	3	7	4

x	5	6	6	5	6	6	5	5	7	6	6	5	6	6	5	7	5	5	5	4	4	5	5	5	6
y	2	4	5	3	6	3	2	5	3	4	3	3	5	3	6	5	6	5	4	2	3	4	6	2	7

x	6	5	6	5	6	5	6	5	6	6	6	8	7	8	4	5	6	7	7	7	7	5	5	6	4
y	6	4	2	6	4	1	2	4	5	3	2	7	4	6	5	6	3	4	5	3	7	3	8	8	3

Задание 5. Были получены данные о средней длине листовой пластинки (x) и диаметре штамба (y) у 31 сеянца алычи. Постройте корреляционную решетку распределения этих признаков и вычислите коэффициент корреляции.

x	76,6	72,2	67,0	66,5	63,3	65,4	63,9	63,1	63,0	62,5	62,2
y	4,56	4,79	4,49	4,32	4,59	4,32	4,67	4,29	4,57	4,20	4,12

x	61,0	60,2	60,0	59,6	59,5	58,9	58,0	57,8	57,6	57,0	
y	4,13	4,70	3,80	4,23	3,76	4,08	4,61	4,37	4,30	4,00	

x	56,8	55,4	55,0	53,8	53,7	52,0	51,4	51,0	50,9	48,5	
y	3,82	4,12	4,19	4,16	4,09	4,12	4,02	4,31	4,06	4,03	

Задание 6. Между продуктивностью и урожайностью у сорта вишни «Апухтинская» получен коэффициент корреляции 0,986. Каковы его доверительные границы при вероятности 0,95 (объем выборки 90)?

Задание 7. При объединении ряда данных о корреляции между длиной черешка и длиной листовой пластинки у персика коэффициент корреляции составил 0,721 (объем выборки 126). Каковы его доверительные границы при вероятности 99 %?

Задание 8. Изучали длину (x) и ширину (y) листовой пластинки у абрикоса сорта Херсонский 26 (мм). Определите коэффициент корреляции, оцените его достоверность и установите доверительные границы при $P = 0,95$.

x	66	61	67	73	51	59	48	47	58	44	41	54	52	47	51	45
y	38	31	36	43	29	33	28	25	36	26	21	30	28	27	28	26

Задание 9. Были получены следующие данные о продуктивности (кг/дер., признак x) и средней массе плода (г, признак y) у сеянцев от свободного опыления алычи. Ввиду резко асимметричного распределения вариант по ряду x примените для установления связи коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

x	20,7	22,1	25,6	26,2	27,3	28,9	29,1	29,2	30,4	32,8	37,2	39,7	46,0	63,2
y	16,6	18,0	15,9	20,7	19,4	19,8	11,7	21,0	23,0	13,6	19,6	22,9	19,4	28,4

Задание 10. Была определена корреляция между длиной прироста и высотой деревьев у 2 гибридных семей сливы: 1) $N = 19$, $r = 0,988$; 2) $N = 25$, $r = 0,899$). Переведите r в z и определите достоверность разницы коэффициентов корреляции между гибридными семьями.

Задание 11. У двух сортов вишни изучали корреляцию между массой плода и массой косточки. У первого сорта ($N = 5$) получен $r = 0,87$. У второго ($N = 12$) – $r = 0,56$. Различаются ли эти ко-

эфициенты корреляции? Можно ли проводить сравнение r без перевода их в z ?

Задание 12. В двух гибридных семьях груши изучали корреляцию между одними и теми же величинами x и y . Были получены коэффициенты корреляции: $r_1 = 0,85$ ($N_1 = 20$) и $r_2 = 0,7$ ($N_2 = 30$). Достоверно ли различие между ними? Можно ли анализировать различие между r_1 и r_2 непосредственно или надо переводить r в z ?

Задание 13. У 12 семян черешни были получены следующие данные о высоте дерева x (см), длине листа y (мм) и длине окружности штамба z (см). Определите путем вычисления коэффициента ранговой корреляции, есть ли связь между высотой дерева, длиной листа и длиной окружности штамба черешни. Оцените степень достоверности полученных коэффициентов ранговой корреляции.

x	172	175	163	165	161	174	159	154	163	172	164	172
y	81	90	74	78	70	86	80	70	79	81	77	81
z	8,3	11,0	7,2	8,4	8,6	13,0	11,6	8,0	12,2	8,3	9,4	8,3

Задание 14. Для установления связи между типом желёзок на черешках и баллом поражения мучнистой росой персика были изучены 1319 сортов. Частоты по сочетанию градаций этих признаков приведены в таблице. Какова корреляция между типом желёзок на черешках и баллом поражения мучнистой росой у персика?

Балл поражения мучнистой росой	Тип желёзок	
	Почковидная	Округлая
0–1	75	936
2–4	27	281

Задание 15. Для оценки корреляции между сроком цветения и сроком созревания плодов были изучены 320 сортов черешни. Если ли связь между сроками цветения и созревания плодов у черешни?

Срок цветения	Срок созревания	
	Ранний	Поздний
Ранний	41	14
Поздний	214	41

Задание 16. Для оценки корреляции между типом зазубренности края листовой пластинки и поражаемостью курчавостью листьев у персика были изучены 2326 семян. Вычислите коэффициент корреляции между типом края листа и поражаемостью курчавостью листьев у персика.

Поражение курчавостью листьев	Тип края листа	
	Пильчатый	Городчатый
Имеется	497	4
Отсутствует	1675	150

Задание 17. Однолетние сеянцы яблони оценивали по длине междоузлий, на основании чего среди них выделяли три группы: 1) с короткими междоузлиями; 2) со средней длиной междоузлий; 3) с длинными междоузлиями. Затем пятилетние сеянцы оценивали по высоте деревьев: низкорослые, среднерослые и сильнорослые. В результате получены данные о распределении сеянцев по длине междоузлий и высоте дерева (таблица). Есть ли связь между длиной междоузлий и силой роста дерева?

Длина междоузлий у однолетних сеянцев	Высота пятилетних деревьев		
	Низкорослые	Среднерослые	Сильнорослые
Короткие	16	52	21
Средние	15	485	325
Длинные	28	190	374

Задание 18. В коллекции сортов персика и нектарина учитывали количество желёзок на черешках и степень поражаемостью клястероспориозом. Всего было изучено 2492 сорта, которые распределились по количеству желёзок и поражаемостью клястероспориозом (таблица). Есть ли связь между количеством желёзок на черешках и степенью поражаемостью клястероспориозом у персика?

Поражаемость клястероспориозом	1–2	3	4	Более 4
Отсутствует или слабая	1084	251	854	28
Средняя или сильная	122	30	119	4

Регрессионный анализ

Тестовые задания

1. Прямолинейная регрессия означает, что:
 - а) одинаковым приращениям одного признака соответствуют одинаковые приращения другого признака
 - б) одинаковым приращениям одного признака соответствуют разные приращения другого признака
 - в) разным приращениям одного признака соответствуют разные приращения другого признака

2. Криволинейная регрессия означает, что:
 - а) одинаковым приращениям одного признака соответствуют одинаковые приращения другого признака
 - б) одинаковым приращениям одного признака соответствуют разные приращения другого признака
 - в) разным приращениям одного признака соответствуют разные приращения другого признака

3. Сколько коэффициентов регрессии существует для двух переменных:
 - а) один
 - б) два
 - в) в одних случаях – один, в других – два

4. Нулевая гипотеза при оценке регрессии состоит в том, что:
 - а) признаки независимы друг от друга
 - б) признаки зависимы друг от друга
 - в) признаки зависимы друг от друга при определенных условиях

5. Для выравнивания эмпирических линий регрессии используют метод:
 - а) наименьших средних квадратов
 - б) скользящего среднего
 - в) скользящего среднего квадратического

6. Коэффициент регрессии – это
 - а) тангенс угла между линией регрессии и осью абсцисс
 - б) синус угла между линией регрессии и осью абсцисс
 - в) тангенс угол между линией регрессии и осью ординат

7. При отсутствии регрессии линия регрессии y по x должна идти:

- а) вертикально по отношению к оси абсцисс
- б) горизонтально по отношению к оси абсцисс
- в) под углом 45° по отношению к оси абсцисс

8. Если бы на графике нанести две линии теоретической регрессии x по y , и y по x , то эти две линии регрессии:

- а) пересеклись бы ниже точки средних значений обоих признаков
- б) пересеклись бы выше точки средних значений обоих признаков
- в) пересеклись бы в точке средних значений обоих признаков

9. При отсутствии корреляции теоретические линии регрессии пересекутся:

- а) под прямым углом друг к другу
- б) полностью совпадут
- в) не пересекутся

10. Параболические кривые регрессии второго порядка отличаются тем, что:

- а) наблюдается снижение кривой до минимума, а затем её возрастание
- б) наблюдается монотонный подъем кривой
- в) наблюдается подъем кривой до максимума, а затем её снижение

Задачи для самостоятельного решения

Задание 1. У 20 плодов яблони сорта Айдаред были измерены масса плода x (г) и диаметр плода y (мм). Составьте корреляционную решетку. Вычислите коэффициент корреляции и его ошибку. Постройте две эмпирические линии регрессии. Вычислите оба коэффициента регрессии.

x	165	176	175	168	167	172	175	180	179	173
y	56	75	70	61	61	63	72	80	76	68

x	166	178	169	169	170	176	180	169	177	176
y	58	76	60	64	63	71	78	63	75	71

Задание 2. Предполагается, что между массой плода (x) и массой косточки (y) у персика имеется зависимость. У 10 плодов персика сорта Краснодарец были получены табличные данные (г). Постройте линии регрессии y по x (теоретическую и эмпирическую). Определите коэффициент регрессии.

x	50	55	60	50	65	60	50	55	50	65
y	4,0	4,2	4,1	4,2	4,5	4,3	4,1	4,4	4,0	4,2

Задание 3. Путем еженедельного взятия проб с поля было изучено изменение высоты растений фасоли овощной y (см) с возрастом x (недели). Выразите эти данные на графике и постройте эмпирическую линию регрессии y по x . Составьте уравнение регрессии.

x	1	2	3	4	5	6	7
y	5	13	16	23	33	38	40

Задание 4. Для установления связи между содержанием фосфора в почве x и содержанием фосфора в пасленовых овощных культурах y было проведено 9 анализов с результатами в таблице. Составьте уравнение регрессии и установите достоверность коэффициента регрессии.

x	1	4	5	9	13	11	23	23	28
y	64	71	54	81	93	76	77	95	109

Задание 5. На белых мышах была показана следующая зависимость между температурой внешней среды x (градусы) и количеством поглощенного кислорода y (5 мл/г веса). Постройте эмпирическую линию регрессии y по x , определите уравнение прямой линейной регрессии и достоверность коэффициента регрессии.

x	0	5	10	15	20	25	28	29	30	31	32	33	34	35	40
y	3,83	3,35	2,60	2,02	1,69	1,42	1,39	1,38	1,29	1,39	1,39	1,45	1,65	1,61	2,40

Задание 6. Между количеством семян x и массой плода y у яблони сорта Богатырь оказалась зависимость (таблица). Постройте эмпирическую и теоретическую линии регрессии и составьте уравнение регрессии.

x	2	3	4	5	6	7
y	149,5	149,3	150,0	150,9	150,5	151,4

Задание 7. Фактическая урожайность тыквенных культур (ц/га) в хозяйстве по годам показана в таблице. Постройте эмпирическую и теоретическую линии изменений урожайности по годам. Составьте уравнение регрессии.

Год	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Урожайность	7,8	7,7	8,5	10,0	8,4	11,3	10,5

Задание 8. У 10 сеянцев персика были измерены масса плода x (г) и диаметр плода y (мм). Постройте эмпирические и теоретические линии регрессии, вычислите коэффициенты регрессии и оцените их достоверность.

x	91	86	94	95	104	92	98	84	96	99
y	42	23	40	53	67	45	59	32	45	48

Задание 9. Измерены длина побега «х» (мм) и длина 8 листа на побеге y (мм) у 10 деревьев черешни сорта Французская Черная. Постройте эмпирическую и теоретическую линии регрессии y по x . Вычислите коэффициент регрессии.

x	385	460	430	430	405	440	380	350	405	540
y	69	90	73	100	84	74	89	86	85	83

Раздел 3. ОСНОВЫ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА. ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Тестовые задания

Задание 10. Были получены следующие данные о потреблении кислорода y (г на кг/ч) у растений боярышника в зависимости от температуры воздуха x (градусы). Постройте график, на который нанесите точками 14 пар значений x и y . Убедитесь, что они расположены не по прямой, а по кривой линии. После этого заметьте арифметические значения y их логарифмами и вновь построьте график, где на одной из осей нанесите $\log y$. Вычислите коэффициент регрессии $R_{\log y, x}$ и составьте по этим данным уравнение регрессии $\log y$ по x .

x	5,5	5,6	6,2	8,4	9,0	10,5	16,1
y	16,1	14,9	18,8	32,5	32,1	37,1	88,5

x	16,6	17,1	18,8	19,8	20,0	20,7	26,5
y	91,0	94,0	122,0	162,0	167,0	187,0	436,0

Задание 11. Под влиянием облучения рентгеновыми лучами наблюдалось следующее замедление размножения вируса мозаики Аукуба y (тыс.) в зависимости от длительности облучения x (мин). Составьте уравнение регрессии, приняв за y логарифм количества вирусов и за x – минуты облучения. Постройте эмпирическую и теоретическую (ось ординат – логарифмы) линии регрессии.

x	0	3	7,5	15	30	45	60
y	271	226	209	108	59	29	12

1. Ограничением для проведения дисперсионного анализа по числу градаций фактора является:

- а) число градаций по фактору должно быть не менее четырех
- б) число градаций по фактору должно быть не менее трех
- в) число градаций по фактору должно быть не менее двух

2. Ограничением для проведения дисперсионного анализа по числу наблюдений является:

- а) число наблюдений по градациям фактора должно быть не менее трех
- б) число наблюдений по градациям фактора должно быть не менее двух
- в) число наблюдений по градациям фактора должно быть не менее одного

3. Нулевая гипотеза во всех схемах дисперсионного анализа состоит в том, что:

- а) вся вариация признака не является случайной и зависит от влияния тех или иных факторов
- б) вся вариация признака является только случайной и не зависит от влияния тех или иных факторов
- в) часть вариации признака является случайной, а часть зависит от влияния тех или иных факторов

4. Неравномерным называют дисперсионный комплекс, в котором:

- а) число наблюдений по всем градациям фактора одинаковое
- б) общее число наблюдений нечетное
- в) число наблюдений по градациям фактора разное

5. В однофакторном дисперсионном комплексе выделяют:

- а) три типа варьирования вариант
- б) два типа варьирования вариант
- в) четыре типа варьирования вариант

6. При проведении однофакторного дисперсионного анализа вычисляют:

- а) две суммы квадратов отклонений
- б) три суммы квадратов отклонений
- в) четыре суммы квадратов отклонений

7. При проведении однофакторного дисперсионного анализа вычисляют:

- а) два средних квадрата
- б) четыре средних квадрата
- в) три средних квадрата

8. В однофакторном дисперсионном анализе остаточный средний квадрат (msz) характеризует варьирование:

- а) отдельных наблюдений вокруг среднего по комплексу
- б) средних по градациям факторов вокруг среднего по комплексу
- в) отдельных наблюдений вокруг средних по градациям фактора

9. Средние квадраты вычисляются как частные от деления соответствующих сумм квадратов отклонений на

- а) числа степеней свободы
- б) объем комплекса
- в) среднее число наблюдений по градациям фактора

10. При проведении однофакторного дисперсионного анализа вычисляют:

- а) два значения критерия Фишера
- б) одно значение критерия Фишера
- в) три значения критерия Фишера

11. Нулевая гипотеза отбрасывается, если:

- а) эмпирическое значение критерия меньше стандартного
- б) эмпирическое значение приблизительно равно стандартному
- в) эмпирическое значение больше стандартного

12. Альтернативная гипотеза отбрасывается, если:

- а) эмпирическое значение критерия меньше стандартного
- б) эмпирическое значение приблизительно равно стандартному
- в) эмпирическое значение больше стандартного

13. Доля влияния фактора может варьировать:

- а) от 0 до 1
- б) от 0 до 0,5
- в) от 0,5 до 1

14. В однофакторном дисперсионном комплексе ошибка средних по градациям фактора:

- а) прямо пропорциональна среднему числу наблюдений по градациям фактора
- б) обратно пропорциональна среднему числу наблюдений по градациям фактора
- в) обратно пропорциональна среднему квадрату случайных отклонений

15. Наименьшую существенную разность сравнивают с

- а) средними по градациям фактора
- б) средней по комплексу
- в) разностями между средними по градациям фактора

Задачи для самостоятельного решения

Задание 1. Изучали массу плода (г) у сорта сливы домашней Тульская Черная, произрастающей на четырех разных садовых участках:

Участок 1: 30;36; 31; 30; 34; 32; 34; 32; 33; 32; 35; 32; 31; 33; 33; 35; 31; 33; 32; 33.

Участок 2: 31; 32;30; 34; 32; 31; 30; 31; 30; 31; 30; 32; 31; 32; 30; 31; 33; 32; 32; 33.

Участок 3: 30; 29; 30; 31; 30; 30; 30; 31; 31; 31; 30; 31; 29; 32; 31; 31; 30; 31; 31; 31.

Участок 4: 30; 31; 29; 30; 29; 30; 29; 31; 29; 30; 30; 30; 31; 30; 30; 30; 31; 30; 31; 30.

Влияет ли место выращивания (участок) на изменчивость массы плода?

Задание 2. У смородины красной сорта Голландская белая 4 раза в сутки определяли содержание каротиноидов в листьях. Влияет ли время суток на содержание каротиноидов в листьях красной смородины?

Часы суток	Содержание каротиноидов									
18	1,42	1,30	1,68	1,59	1,49	1,62	1,36	1,26	1,58	1,66
24	1,45	1,38	1,49	1,71	1,54	1,57	1,34	1,32	1,66	1,39
6	1,48	1,42	1,58	1,67	1,50	1,80	1,35	1,36	1,67	1,49
12	1,43	1,38	1,47	1,33	1,22	1,35	1,10	1,08	1,34	1,11

Задание 3. У сирени в разные часы суток изучали содержание каротиноидов. Изменяется ли содержание каротиноидов в листьях сирени в течение суток?

Часы суток	Содержание каротиноидов									
18	0,60	0,64	0,69	0,52	0,65	0,52	0,58	0,63	0,48	
24	0,61	0,72	0,72	0,58	0,46	0,52	0,72	0,59	0,71	0,79
6	0,58	0,59	0,66	0,46	0,47	0,56	0,70	0,60	0,60	0,64
12	0,70	0,57	0,67	0,87	0,52	0,66	0,59	0,65	0,66	

Задание 4. Получены следующие данные о содержании хлорофилла (мг/дм²) в листьях винограда сорт Алиготе в разное время суток. Влияет ли время суток на содержание хлорофилла?

Часы суток	Содержание хлорофилла			
15	3,06	2,88	2,83	2,41
18	3,20	2,97	2,50	3,03
21	1,82	1,73	1,33	2,25
24	1,67	1,26	1,52	1,36
6	2,76	1,26	1,46	1,32
9	2,78	2,70	2,49	1,66
12	2,41	3,22	1,90	2,00

Задание 5. Изучали число семян в плодах сеянцев груши в зависимости от скороспелости (числа дней от окончания цветения до съема плодов). Влияет ли скороспелость на число нормально развитых семян в плодах груши?

Скороспелость	Среднее число семян в плодах									
145	3,8	2,9	3,3	3,6	3,8	3,7	4,8	5,1	3,4	3,3
146	3,7	2,9	3,3	3,6	3,9	3,7	4,7	5,0	3,4	3,2
147	3,9	4,1	4,4	5,0	3,0	2,9	4,0	3,2	4,2	4,3
148	4,0	5,2	4,3	2,9	4,1	3,9	3,2	3,9	4,1	4,0
149	4,0	5,3	4,2	3,0	4,0	3,9	4,2	3,3	4,0	4,1
150	4,1	4,3	5,4	3,1	4,0	4,0	4,3	3,9	4,0	4,1
151	4,3	4,23	5,5	4,2	4,1	4,1	4,4	3,5	4,1	3,6
152	4,3	3,6	4,4	5,5	4,0	4,1	4,5	4,1	4,2	4,3
153	4,4	4,7	3,9	4,6	5,7	4,3	4,8	4,9	4,7	4,7

Задание 6. Изучали число семян в плодах сеянцев яблони в зависимости от скороспелости (числа дней от окончания цветения до съема плодов). Влияет ли скороспелость на число нормально развитых семян в плодах яблони?

Скороспелость	Среднее число семян									
145	4,1	5,1	3,5	2,8	4,2	4,1	4,0	3,9	4,6	3,5
146	4,2	4,4	4,0	2,9	4,1	4,2	4,4	4,1	4,0	5,1
147	4,1	5,0	2,8	3,9	4,2	4,3	4,4	4,1	4,1	5,1
148	4,4	5,7	3,9	4,5	4,4	4,3	3,8	4,1	4,5	4,4
149	4,3	5,6	3,0	3,9	4,1	4,2	4,3	4,7	4,5	4,4
150	4,5	5,0	5,2	4,6	4,3	3,0	4,7	4,6	4,0	5,1
151	4,6	5,3	5,5	4,4	4,3	3,2	4,0	4,5	5,0	5,2
152	4,6	5,4	6,1	4,8	4,4	3,2	4,8	4,7	4,0	4,2
153	4,8	5,5	5,2	4,9	4,5	3,4	4,9	4,4	5,1	5,3

Задание 7. Получены следующие данные о содержании хлорофилла (мг/дм²) в листьях винограда сорт Рислинг в разное время суток. Влияет ли время суток на содержание хлорофилла?

Часы суток	Содержание хлорофилла			
15	1,24	1,32	0,98	0,95
18	0,92	0,84	0,69	0,81
21	0,47	0,30	0,28	0,41
24	0,34	0,82	0,99	0,69
6	0,94	0,82	0,95	0,94
9	1,15	1,30	0,76	0,93
12	1,03	1,17	0,88	0,85

Задание 8. Подсчитывали количество нормально развитых семян в плодах груши у 7 разных сортов. Различаются ли сорта по количеству семян в плодах?

Сорт 1	4	5	6	6	3	4	5	5	6	5
Сорт 2	5	4	3	6	6	5	6	5	5	5
Сорт 3	4	7	4	5	6	5	5	6	5	5
Сорт 4	8	5	6	4	5	5	7	6	6	5
Сорт 5	5	8	7	6	5	5	6	6	5	6
Сорт 6	5	5	7	5	7	6	6	6	8	6
Сорт 7	6	6	5	7	5	7	6	8	6	6

Задание 9. Получены следующие данные о средней массе плода (г) у сорта Голден Делишес, произрастающего на трех разных кварталах. Есть ли разница в массе плода у сорта, выращенного на разных кварталах?

Квартал 1	148; 151; 153; 150; 151; 150; 154; 152; 151; 151; 149; 150; 152; 152; 151; 150; 152; 149; 148; 151; 152; 152; 152; 151; 151; 150;
-----------	---

Квартал 2	154; 151; 152; 151; 151; 152; 152; 150; 151; 152; 152; 151; 149; 152; 148; 150; 151; 151; 153; 152; 149; 151; 148; 149; 150; 151;
-----------	---

Квартал 3	150; 152; 149; 153; 151; 148; 150; 148; 149; 149; 147; 148; 150; 149; 152; 149; 148; 149; 149; 148;
-----------	---

Задание 10. Были получены следующие данные о содержании хлорофилла *a* в листьях томата (в усл. ед.) в различные часы суток. Оказывает ли влияние время суток на содержание хлорофилла *a* в листьях томата?

Время суток	Содержание хлорофилла									
18	0,22	0,27	0,22	0,23	0,20	0,28	0,32	0,28	0,20	0,27
24	0,23	0,24	0,24	0,26	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30	0,23
6	0,25	0,19	0,24	0,20	0,30	0,27	0,20	0,26		
12	0,24	0,28	0,25	0,27	0,22	0,27	0,32	0,30	0,29	0,27

Задание 11. Были получены следующие данные о содержании хлорофилла *b* в листьях томата (в усл. ед.) в различные часы суток. Оказывает ли влияние время суток на содержание хлорофилла *b* в листьях томата?

Время суток	Содержание хлорофилла									
18	0,087	0,106	0,091	0,097	0,077	0,103	0,118	0,104	0,099	0,108
24	0,086	0,092	0,095	0,100	0,086	0,096	0,101	0,113	0,113	0,092
6	0,093	0,091	0,089	0,081	0,118	0,106	0,088	0,096		
12	0,088	0,091	0,104	0,113	0,079	0,097	0,114	0,107	0,103	0,093

Задание 12. Проводились опыты по изучению влияния удобрений на урожайность белокочанной капусты. В 1-й опытной группе применяли удобрение $P_2O_6 + N$; во 2-й – то же удобрение, а также дополнительную предпосевную обработку почвы. Получены следующие данные (в ц/га), показанные в таблице. Проанализируйте полученные результаты.

Контроль	35	33	31	37	42	35	40
Опыт 1	43	48	54				
Опыт 2	36	31	42	36			

Двухфакторный дисперсионный анализ

Тестовые задания

- Сколько типов различных сумм вычисляют при проведении двухфакторного дисперсионного анализа?
 - 3
 - 4
 - 5
- Число градаций по разным факторам:
 - должно быть разным
 - должно быть одинаковым
 - может быть одинаковым или разным
- Сколько типов групповых средних вычисляют при проведении двухфакторного дисперсионного анализа?
 - 4
 - 3
 - 2
- Сколько типов варьирования переменных различают при проведении двухфакторного дисперсионного анализа?
 - 3
 - 4
 - 5
- Сколько типов сумм квадратов отклонений вычисляют при проведении двухфакторного дисперсионного анализа?

- а) 4
- б) 5
- в) 6

6. Сколько эмпирических значений критерия Фишера вычисляют при проведении двухфакторного дисперсионного анализа?

- а) 2
- б) 3
- в) 4

7. Сколько существует разных моделей двухфакторного дисперсионного анализа в зависимости от типа градаций факторов?

- а) 1
- б) 2
- в) 3

8. Каково максимальное количество разных величин НСР может быть при проведении двухфакторного дисперсионного анализа?

- а) 2
- б) 3
- в) 4

9. Взаимодействие факторов приводит, к тому что:

а) групповые средние по градациям факторов сильно варьируют

б) групповые средние по сочетанию градаций факторов сильно варьируют

в) групповые средние по сочетанию градаций факторов мало варьируют

10. Если эмпирическое значение критерия Фишера больше F_{05} , но меньше F_{01} :

- а) влияние фактора доказано
- б) влияние фактора не доказано
- в) необходимо продолжить исследование

Задачи для самостоятельного решения

Задание 1. Определяли концентрацию кальция в 3 листах на 4 растениях турнепса по двум определениям на каждый лист. Получены данные (в % к сухому веществу). Примените дисперсионный анализ для установления роли индивидуальности растений и различий между листьями в изменчивости содержания кальция.

Растение	Лист	Определения	
		1	2
1	1	3,28	3,09
	2	3,52	3,48
	3	2,88	2,80
2	1	2,46	2,44
	2	1,87	1,92
	3	2,19	2,19
3	1	2,77	2,66
	2	3,74	3,44
	3	2,55	2,55
4	1	3,78	3,87
	2	4,07	4,12
	3	3,31	3,31

Задание 2. Изучали количество личинок листогрызущих насекомых (шт.) в разные сезоны года на плодовых деревьях, произрастающих на двух садовых участках. Оцените влияние на количество личинок насекомых сезона года (фактор А) и место сбора (фактор В).

Сезон	Участок 1						Участок 2					
	7	19	18	9	1	15	25	16	10	9	28	14
Ноябрь 2002	7	19	18	9	1	15	25	16	10	9	28	14
Март 2003	29	114	24	37	49	64	35	22	18	45	29	27
Июнь 2003	124	63	83	51	81	106	20	26	38	44	127	52
Сентябрь 2003	72	100	67	87	68	9	40	263	189	45	100	115

Задание 3. Изучали длину междоузлий (мм) в средней части однолетнего побега у саженцев четырех сортов абрикоса на четырех клоновых подвоях. Какое влияние на длину междоузлий оказывают генотипические различия между сортами абрикоса и клоновые подвои?

Сорт абрикоса	Квартал			
	1	2	3	4
Краснощекий	62; 68; 64; 65;60	55; 42; 60	53; 62; 50; 53	42; 54;61; 48; 40

Сорт абрикоса	Квартал			
	1	2	3	4
Никитский	60; 52; 49; 48	51; 65; 62; 64; 62	57; 59; 47; 53	51; 41
Арзами	37; 36; 68	56; 70; 67	40; 46; 61; 55; 56	50; 44; 55
Венгерский крупный	59; 58; 54	60; 53; 56	45; 57; 61	45; 52; 53; 42; 54

Задание 4. Определяли среднюю массу плода (г) у сеянцев вишни степной, полученных от свободного опыления трех сортов:

Сеянцы сорта «А»: 4,1; 3,5; 4,1; 3,6; 4,7; 4,4.

Сеянцы сорта «В»: 1,9; 1,3; 1,6; 1,6; 1,1; 2,0; 2,2; 1,1; 1,1.

Сеянцы сорта «С»: 3,7; 3,2; 2,2; 3,4; 3,8; 2,5; 3,5; 4,2; 4,1.

Влияет ли материнский сорт на массу плода у сеянцев вишни степной?

Задание 5. У 75 гибридных сеянцев алычи изучали диаметр штамба (см), среднюю длину однолетних побегов (см) и среднее количество листьев на однолетнем побеге (шт.). Оказывает ли влияние количество листьев и длина побега на диаметр штамба?

Номер сеянца	Диаметр штамба	Длина побега	Количество листьев	Номер сеянца	Диаметр штамба	Длина побега	Количество листьев	Номер сеянца	Диаметр штамба	Длина побега	Количество листьев
1	6,3	47,2	29	26	3,9	52,7	19	51	3,1	43,9	11
2	5,1	44,4	21	27	3,7	48,3	15	52	3,0	37,9	11
3	4,7	48,7	23	28	3,7	46,9	15	53	3,0	43,9	12
4	4,5	47,9	22	29	3,7	54,8	16	54	3,0	42,3	12
5	4,3	50,7	15	30	3,7	43,2	18	55	3,0	52,6	13
6	4,3	44,5	20	31	3,7	46,5	18	56	3,0	45,0	13
7	4,3	47,1	22	32	3,7	52,0	18	57	2,8	48,4	12
8	4,2	47,4	17	33	3,5	49,4	14	58	2,8	46,8	12
9	4,2	49,1	17	34	3,5	42,1	14	59	2,8	43,8	12
10	4,2	48,1	18	35	3,5	43,8	14	60	2,7	40,6	11
11	4,2	50,2	18	36	3,5	45,3	14	61	2,7	44,3	13
12	4,2	47,9	19	37	3,5	49,8	14	62	2,6	46,9	11
13	4,2	50,7	20	38	3,5	55,8	14	63	2,6	37,5	11
14	4,2	48,3	21	39	3,5	47,8	15	64	2,6	46,5	12
15	4,2	49,6	21	40	3,5	50,2	15	65	2,6	40,6	12

Номер сеянца	Диаметр штамба	Длина побега	Количество листьев	Номер сеянца	Диаметр штамба	Длина побега	Количество листьев	Номер сеянца	Диаметр штамба	Длина побега	Количество листьев
16	4,1	46,8	20	41	3,5	53,8	17	66	2,6	49,7	13
17	4,1	46,2	16	42	3,4	45,2	12	67	2,4	49,6	9
18	3,9	46,9	14	43	3,4	44,8	13	68	2,3	47,8	9
19	3,9	52,9	14	44	3,4	45,1	13	69	2,3	43,4	7
20	3,9	42,8	15	45	3,4	47,2	14	70	2,2	46,4	9
21	3,9	46,5	15	46	3,4	46,1	15	71	2,2	42,4	9
22	3,9	46,6	16	47	3,4	54,3	16	72	1,9	48,1	9
23	3,9	47,5	16	48	3,2	42,7	11	73	1,9	40,6	9
24	3,9	48,7	17	49	3,2	48,3	14	74	1,8	53,4	9
25	3,9	45,6	19	50	3,2	45,4	16	75	1,6	51,0	7

Иерархический дисперсионный анализ

Тестовые задания

1. Сколько типов варьирования переменных различают в двухфакторном иерархическом дисперсионном комплексе?

- а) 4
- б) 3
- в) 2

2. Можно ли в иерархических комплексах оценить взаимодействие факторов?

- а) да
- б) иногда, возможно
- в) нет

3. Сколько типов сумм квадратов отклонений вычисляют при проведении двухфакторного иерархического анализа?

- а) 3
- б) 4
- в) 5

4. Сколько типов средних квадратов вычисляют при проведении двухфакторного иерархического анализа?

- а) 3
- б) 4
- в) 5

5. Сколько эмпирических значений критерия Фишера вычисляют при проведении двухфакторного иерархического анализа?

- а) 2
- б) 3
- в) 4

6. Что представляет собой знаменатель в формуле вычисления эмпирического значения критерия Фишера по первому фактору при проведении двухфакторного иерархического анализа?

- а) средний квадрат случайных отклонений
- б) средний квадрат по второму фактору
- в) средний квадрат общей вариации

7. Чему равно максимальное количество разных величин НСР при проведении многофакторного иерархического дисперсионного анализа?

- а) числу факторов
- б) среднему числу градаций факторов
- в) числу градаций последнего в иерархии фактора

8. Как определить среднее число градаций второго фактора, приходящихся на одну градацию первого фактора?

- а) разделить общее число градаций второго фактора на среднее число наблюдений по градациям первого фактора
- б) разделить общее число градаций второго фактора на число градаций первого фактора
- в) разделить общее число градаций второго фактора на объем комплекса

9. Сколько типов сумм вычисляют в двухфакторном иерархическом комплексе?

- а) 5
- б) 4
- в) 3

10. Формулы для вычисления средних квадратов:

- а) такие же как в обычном дисперсионном анализе
- б) отличаются от обычных
- в) отличается только средний квадрат случайных отклонений

Задачи для самостоятельного решения

Задание 1. Изучали высоту однолетних сеянцев (см) алычи, происходивших от трех материнских сортов и 15 отцовских. Влияет ли материнская и отцовская родительские формы на изменчивость высоты сеянцев алычи?

Материнская форма	Отцовская форма	Высота сеянца			
		1	2	3	4
А	1	92,5	93,5	95,0	89,5
	2	93,0	98,0	95,0	92,5
	3	94,0	91,0	93,0	92,0
	4	89,0	89,0	88,0	91,0
	5	93,0	91,0	94,0	90,0
В	6	91,5	95,0	91,0	91,0
	7	92,0	95,5	95,5	92,5
	8	95,5	90,5	94,5	92,5
	9	88,5	91,0	91,5	96,5
	10	93,5	94,0	91,0	93,0
С	11	96,0	95,0	89,0	95,0
	12	94,0	96,0	93,5	97,0
	13	94,5	100,0	95,0	96,0
	14	92,5	93,0	93,0	92,5
	15	91,0	94,0	99,0	94,5

Задание 2. Изучали массу плода (г) у гибридных сеянцев алычи для комбинаций скрещивания (таблица). Влияют ли на массу плода гибридов алычи генотип материнской и отцовской форм?

Путешественница × Скороплодная	Гибрид 1 – 18; 20; 22
	Гибрид 2 – 28; 30; 34
	Гибрид 3 – 22; 20
Путешественница × Кубанская Комета	Гибрид 1 – 35; 38; 32
	Гибрид 2 – 41; 48; 45
Путешественница × Сарматка	Гибрид 1 – 25; 20; 20; 24
	Гибрид 2 – 18; 14
	Гибрид 3 – 22; 24
	Гибрид 4 – 26; 28; 32

Скороплодная × Отличница	Гибрид 1 – 42; 45; 50
	Гибрид 2 – 18; 22; 20
	Гибрид 3 – 24; 26
	Гибрид 4 – 24; 20
	Гибрид 5 – 25; 28; 30
Скороплодная × Клеопатра	Гибрид 1 – 24; 28
	Гибрид 2 – 42; 38; 40
	Гибрид 3 – 45; 44

Задание 3. Изучали продуктивность различных сортов яблони (кг/дер.) в разные годы и на разных участках. Оценить влияние условий года наблюдений, места произрастания и сорта на продуктивность яблони.

1994 г.	
<i>Участок 1</i>	
Жигулевское	35; 27; 32
Сентябрьское	35; 34; 38
<i>Участок 2</i>	
Коричное новое	27; 30
Синап Северный	41; 37; 45
1997 г.	
<i>Участок 3</i>	
Синап Орловский	42; 46; 35
Коричное полосатое	38; 34
Меканис	42; 45; 32
<i>Участок 4</i>	
Мелба	35; 42; 45
Антоновка обыкновенная	43; 46; 48
<i>Участок 5</i>	
Бессемянка мичуринская	23; 27; 25
Антоновка золотая	26; 21; 25
Грушовка московская	31; 32; 30

Задание 4. Изучали высоту растений лилии (см) разных видов и разных сортов. Оцените достоверность влияния вида и сорта на высоту лилии?

Вид А	
Сорт 1	57; 62; 48; 49
Сорт 2	69; 59; 78; 65

Вид В	
Сорт 3	78; 59; 67; 69; 63
Сорт 4	96; 89; 79; 93; 98; 95
Сорт 5	76; 77; 69
Вид С	
Сорт 6	83; 80
Сорт 7	67; 73; 72; 75
Сорт 8	78; 76; 79; 80
Сорт 9	81; 83; 76

Раздел 4. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С САДОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Тестовые задания

1. Существует три основных требования к экспериментам с растениями:

- а) достоверность, типичность, точность
- б) долгосрочность, принцип единственности различий, объективность
- в) типичность, принцип единственности различий, точность

2. Точность опыта зависит от

- а) от точности измерений и оценок
- б) от доли ошибки репрезентативности по отношению к средней арифметической
- в) количества лет наблюдений

3. Организация эксперимента включает:

- а) выбор методов исследования
- б) разработку схемы закладки опыта
- в) выбор объектов исследования

4. Уравнительный посев – это

- а) сплошной посев какой-то культуры, проведенный на всей площади участка
- б) сплошной посев нескольких культур, проведенный на всей площади участка
- в) сплошной посев какой-то культуры, проведенный на части площади участка

5. Какое число вариантов можно считать оптимальным?

- а) 2
- б) 5–6
- в) 15–20

6. Оптимальная форма делянки:

- а) округлая
- б) ромбическая
- в) прямоугольная

7. Число повторностей:

- а) прямо пропорционально коэффициенту вариации и обратно пропорционально точности опыта
- б) прямо пропорционально коэффициенту вариации и точности опыта
- в) обратно пропорционально коэффициенту вариации и прямо пропорционально точности опыта

8. Обычно число повторностей варьирует:

- а) от 2 до 3
- б) от 3 до 6
- в) от 6 до 9

9. Какой способ размещения повторностей чаще применяется?

- а) сплошной
- б) разбросанный
- в) комбинированный

10. К систематическим способам размещения вариантов относится:

- а) латинский квадрат
- б) дактиль-метод
- в) рендомизированные повторения

11. К случайным способам размещения вариантов относится:

- а) ямб-метод
- б) парный метод
- в) латинский квадрат

12. Ограничение для рендомизированных повторений:

- а) в каждом повторении обязательно должен быть полный набор вариантов опыта
- б) число повторений не должно превышать 5
- в) число лет наблюдений должно быть не менее 3

13. Латинский квадрат:

- а) число повторений обязательно должно быть меньше числа вариантов

б) число повторений обязательно должно быть равно числу вариантов

в) число повторений обязательно должно быть больше числа вариантов

14. С точки зрения статистики оптимальным считается:

а) систематическое размещение вариантов

б) случайное размещение вариантов

в) смешанное размещение вариантов

15. Количество растений на делянке: зависит от:

а) формы делянки

б) типа почвы

в) от площади питания растений

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Глуховцев В.В., Кириченко В.Г., Зудилин С.Н. Практикум по основам научных исследований в агрономии: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по агрономическим специальностям. – Самара: Самарская ГСХА, 2005. – 247 с.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

3. Исачкин А.В., Крючкова В.А. Основы научных исследований в садоводстве: учебник для вузов; под ред. А.В. Исачкина. – СПб.: Лань, 2020. – 420 с.

4. Лакин Г.Ф. Биометрия: для биол. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1990. – 352 с.

5. Литтл Т., Хиллз Ф. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ. – М.: Колос, 1981. – 320 с.

6. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебное пособие для студентов биол. специальностей ун-тов и пед. ин-тов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.

7. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. – Минск: Вышэйш. школа, 1967. – 328 с.

8. Смиряев А.В., Мартынов С.П., Кильчевский А.В. Биометрия в генетике и селекции растений: учебник для студ. вузов. – М.: МСХА, 1992. – 269 с.

Учебное издание

ИСАЧКИН Александр Викторович
КРЮЧКОВА Виктория Александровна
БОГДАНОВА Варвара Дмитриевна

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В САДОВОДСТВЕ
(самоконтроль)

Учебно-методическое пособие

Издается в авторской редакции
Техн. редактор *Т.Б. Самсонова*

Подписано в печать 18.01.2021. Формат 60×84/16.
Уч.-изд. л. 1,8. Печ. л. 3,88. Тираж 500 экз. Заказ № 533.

Отпечатано в АНО Редакция журнала «МЭСХ»
127412, Москва, ул. Б. Академическая, д. 44, корп. 2, e-mail: t_sams@mail.ru