

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Горский государственный аграрный университет»  
(ФГБОУ ВО Горский ГАУ)

---

Калоев Б.С., Кулова Ф.М., Ногаева В.В.,  
Бестаева Р.Д.

## МЕТОДИКА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Методические указания  
к лабораторным работам для студентов,  
обучающихся по направлению подготовки  
36.03.02 Зоотехния

Владикавказ, 2023

Авторы:

**Калоев Б.С., Кулова Ф.М., Ногаева В.В., Бестаева Р.Д.**

Рецензенты:

*Тукфатулин Г.С.*, доктор с.-х. наук, профессор кафедры ТППСХП  
ФГБОУ ВО Горский ГАУ

*Кокоева Ал.Т.*, канд.с.-х. наук, доцент кафедры ТППСХП ФГБОУ ВО  
Горский ГАУ

**Калоев, Б.С.** Методика научных исследований в животноводстве: методические указания к лабораторным работам для студентов, обучающихся по направлению подготовки 36.03.02 Зоотехния / Б.С. Калоев, Ф.М. Кулова, В.В. Ногаева, Р.Д. Бестаева. - Владикавказ: ФГБОУ ВО Горский ГАУ, 2023. - 48с.

Рассматриваются основные правила и методы поставки зоотехнических опытов, правила составления групп животных для опытов, биометрическая обработка опытных данных, определение связи между признаками, определение наследуемости и повторяемости селекционных признаков.

Методические указания предназначены для студентов направления подготовки 36.03.02 Зоотехния, также можно рекомендовать и специалистам, самостоятельно изучающим дисциплину «Методика научных исследований в животноводстве».

Данное издание подготовлено по дисциплине «Методика научных исследований в животноводстве» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования.

Рекомендовано учебно-методическим советом ФГБОУ ВО Горский ГАУ в качестве методического указания для лабораторных занятий (протокол №4 от 29 марта 2024 г.).

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены в соответствии с программой курса «Методика научных исследований в животноводстве» для студентов 2 курса факультета технологического менеджмента направления подготовки 36.03.02 Зоотехния.

Методические указания рассчитаны на 36 часов лабораторных занятий. По каждой теме вначале дается объяснение изучаемого вопроса, методика выполнения.

Для лучшего усвоения изучаемого материала студент должен изучить тему соответствующей лекции, а также соответствующие литературные источники, список которых дается в методических указаниях.

Примерное распределение времени занятия:

1. Проверка присутствия студентов, подготовка группы и аудитории к занятиям – 2–3 минуты.
2. Контроль знаний – 8–10 минут.
3. Вводный инструктаж по теме занятий – 10–15 минут.
4. Работа студентов над выполнением занятия – 55–60 минут.
5. Закрепление материала, пояснения и задания для подготовки к следующему занятию – 2–3 минуты.

## РАЗДЕЛ 1

### ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ПОСТАНОВКИ ЗООТЕХНИЧЕСКИХ ОПЫТОВ

#### Занятие 1. Основные правила и методы постановки зоотехнических опытов

**Цель занятия.** Ознакомиться с основными правилами и методами постановки зоотехнических опытов.

**Методические указания.** Основным методом зоотехнической науки является научно-хозяйственный опыт (эксперимент). Опыт есть воспроизведение какого-либо естественного явления в искусственно создаваемых условиях, позволяющих следить за ходом явления и воссоздать его при повторении этих же условий.

Эксперимент позволяет исследовать влияние различных факторов на закономерности образования животноводческой продукции в процессе, приближенном к производству.

Из факторов, подлежащих исследованию, могут быть, например, уровень протеина, витаминов, аминокислот и др. в рационах различных видов животных. Элементами исследований по разведению животных могут быть отдельные признаки (статус экстерьера, интенсивность роста), а также их изменения при различных формах отбора, подбора и т. д.

В простых зоотехнических опытах, где изучается действие различных факторов условий жизни на животных определенной породы (конституции и т. д.), главный методический принцип - максимальное сходство опытных групп по наследственно-конституциональным особенностям.

В экспериментах, где изучается действие наследственно-конституциональных факторов на использование организмом комплекса (или только отдельных), условий внешней среды, главный методический принцип - максимальное сходство условий внешней среды. Различия должны быть в составе групп опыта (различные породы, животные различных типов конституции и т. д.).

Все методы постановки научных и научно-хозяйственных опытов построены на принципе сравнения, что дает возможность четко определять в эксперименте действия изучаемых факторов на подопытных животных. В зависимости от принципа организации эксперимента все методы постановки опыта делятся на две большие группы: принцип аналогичных групп и принцип групп-периодов.

В первую группу входят методы обособленных групп (пар-аналогов, однойцевых двоен, сбалансированных групп, миниатюрного стада) и методы интегральных групп (двухфакторный комплекс и многофакторный комплекс).

Во вторую группу входят методы периодов и параллельных групп-периодов (однофакторный и многофакторный), методы обратного замещения (стандартный и без контрольной группы), повторного замещения (двукратный и многократный) и методы латинского квадрата (стандартный и по Лукасу).

Применение каждого метода определяется задачами, поставленными в исследовании. Метод пар-аналогов - основной и наиболее универсальный метод зоотехнических исследований. В простейшем случае, когда изучается только один фактор, формируют две аналогичные по качеству группы. При подборе животных в группы учитывают породу, происхождение, пол и т. д. В группу лучше включать однойцевые двойни или однопометных животных, полубратьев по отцу или других родственников. Неродственных животных подбирают сходных между собой по типу телосложения и другим свойствам, учитывают при этом уровень продуктивности родителей.

В аналоги зачисляют животных одного пола, возраста, уровня развития, конституции, здоровья, продуктивности и других качеств. Максимальная аналогичность, в т. ч. по фенотипу, подопытных групп, а также парный характер подбора животных в группы являются важнейшим требованием этого метода.

Сформированные по принципу пар-аналогов две группы животных проверяют по среднегрупповым показателям, а затем путем жеребьевки одну из них используют как опытную, а другую - в качестве контрольной. При использовании метода пар-аналогов опыт делится на три периода: уравнительный (предварительный), переходный и главный. В уравнительный период проверяется аналогичность составления групп животных. В этот период возможна перестановка животных из группы в группу и замена заболевшего животного.

В переходный период (продолжительностью не менее недели) цель такова - добиться постепенного приспособления животных к условиям опытного режима, избегая стрессового состояния, а также взаимного привыкания. В учетный (главный) период - вводятся весь комплекс изучаемых факторов, предусмотренных методикой, регистрация данных опыта в формы учета.

### **Составление методики и рабочего плана проведения опыта**

Методика опыта - это совокупность способов и приемов исследования. Правильно составленная методика - залог успеха в выполнении эксперимента. Методика, которая относится ко всему исследованию и представляет основные способы и приемы, проходящие через весь опыт, является общей.

Примерная схема составления методики может быть представлена в таком виде:

1. *Выбор темы исследования.* Работа исследователя начинается с выбора темы. Чаще всего тему предлагает руководитель дипломной работы или выбирает сам исследователь, исходя из актуальности изучаемого вопроса.

2. *Исполнители исследования и руководитель.* Указываются фамилия, имя, отчество студента (студентов), курс, факультет. Фамилия, имя, отчество руководителя, должность, ученое звание.

3. *Место выполнения опыта.* Указываются наименование хозяйства, район, область его расположения.

4. *Сроки выполнения эксперимента.* Указываются год и месяц начала и окончания опыта.

5. *Обоснование постановки опыта. Цели и задачи.* Необходимо теоретически обосновать постановку опыта на избранную тему, указать цели и задачи исследования. От правильно поставленной задачи будет во многом зависеть исход опыта.

6. *Методика и схема проведения эксперимента.* Указывается, с помощью какого метода будет проводиться исследование (метод групп, периодов и т. д.). Приводится схема опыта, в которой все факторы, за исключением изучаемого, должны быть одинаковыми как в опытной, так и в контрольной группах.

7. *Техника опыта.* Подробно описывается, как будут подобраны аналоги в опыте, количество и качество животных в группах и др.

8. *Учет результатов опыта.* Для ведения учета разрабатываются соответствующие формы, в которых определяется, что подлежит учету, в каких единицах; что, как, с какой точностью и периодичностью будет измеряться, взвешиваться и т. д. Все формы учета должны быть пронумерованы, прошнурованы и поставлены печать учреждения и подпись научного руководителя.

9. *Предполагаемые результаты опыта.* Должен быть подсчитан ожидаемый экономический эффект проводимых исследований.

10. *Смета расходов, предусмотренных на проведение опыта.* После составления и утверждения методики опыта разрабатывают рабочий план (или программу опыта). В него включают календарные сроки выполнения всех намеченных схемой опыта работ. Рабочая программа необходима для систематического контроля за ходом эксперимента.

**Задание 1.** Зная примерную схему составления методики, составить методику проведения опыта по своей теме научной работы, а также план проведения научных исследований.

### **Контрольные вопросы:**

1. В чем заключается методика постановки опыта?
2. Первый этап составления методики опыта?
3. Что входит в технику опыта?

### **Занятие 2. Составление групп животных для опытов**

**Цель занятия.** Ознакомиться с правилами и нормами к формированию групп животных. Формирование групп животных по парному принципу.

**Методические указания.** В опытах необходимо соблюдать нормативы допустимых отклонений по количеству и качеству животных (по П. И. Викторову, 1977).

*При формировании групп поросят-отъемышей допустимо:*

1. Число животных в группе - минимум 10 голов.
2. Возраст животных - разница не более 5 дней.
3. Живая масса - разница не менее 5% средней массы.
4. Среднесуточный прирост - разница не более 5% от среднего прироста поросят в группе.

5. Происхождение - от одних хряков или маток-сестер.

Отобранные группы поросят должны быть выровнены по энергии роста. Для этого проводится уравнительный (не менее 10 дней) период, в течение которого все группы поросят обеспечены одинаковыми условиями кормления, ухода и содержания. Продолжительность опыта на поросятах-отъемышах не менее двух месяцев.

*При формировании групп молочных коров допустимо:*

1. Породность одинаковая или близкая.
2. Возраст - разница не более 1-2 года.
3. Живая масса - разница  $\pm 5-10\%$ .
4. Лактация по счету - не более одной лактации.
5. Среднесуточный удой - разница  $\pm 5-10\%$ .
6. Содержание жира в молоке - разница  $\pm 0,2-0,3\%$ .
7. Происхождение - желательно сестры (по отцу).

*При формировании групп молодняка крупного рогатого скота допустимо:*

1. Возраст - разница не более 10–15 дней.
2. Живая масса - разница  $\pm 5\%$ .
3. Продуктивность матери - лактация по счету - не более одной лактации.
4. Среднесуточный удой - разница  $\pm 5-10\%$ .
5. Содержание жира в молоке - разница  $\pm 0,2-0,3\%$ .
6. Происхождение - желательно сестры (по отцу).

*При формировании групп воспроизводящего состава стада (по А. И. Овсянникову, 1976) допустимо:*

1. Минимальное количество животных в группе:
  - а) в опытах с производителями по изучению факторов кормления, содержания, полового использования (животные-аналоги одних и тех же линий) – 6-8 голов;
  - б) то же, в опытах с лактирующими матками – 8–10 голов.
2. Индивидуальные весовые различия животных в пределах группы - не более 10-15%.
3. Различия между группами по средней живой массе - не более 5%.

При невозможности выровнять группы по происхождению требования по минимальному количеству животных повышаются на 50%.

*При формировании групп растущего и откормочного молодняка в опытах по оценке их племенного достоинства:*

1. Оценка племенного достоинства матки по откормочным и мясосальным (при забое) качествам - 4 головы.
2. Оценка производителя по тем же качествам:
  - а) предварительная оценка - 30 голов;
  - б) основная оценка - 20 голов.
3. Оценка семейства (для многоплодных животных приплод не менее пяти маток) - 20 голов.
4. Оценка линий (приплод не менее 10 маток) - 30 голов.
5. Оценка породной группы (приплод не менее трех производителей разных линий и маток основных семейств) – 40 голов.
6. Оценка породы (приплод не менее 10 производителей основных линий и маток разных семейств) - 60 голов.

Индивидуальные весовые различия животных в пределах группы допускаются не более 10-15%. Различия между группами по средней живой массе не должны превышать 5%.

*При формировании групп птицы допустимо:*

1. В опытах на взрослой птице (с параллельными группами, в каждой группе не менее 20-30 голов).
2. В опытах на молодняке соответственно не менее 5 голов. Птицы в группы подбираются по принципу аналогов (происхождение, возраст, пол, живая масса, продуктивность). Расхождения между группами по живой массе и продуктивности не должны превышать 3-5%.

Из методических ошибок при проведении экспериментов наиболее часто встречается неправильный подбор животных для опыта, когда делают большие отступления от установленных требований. Кроме этого, необходим объективный контроль правильности подбора животных в начале и в конце уравнительного периода опыта. Контроль осуществляется с помощью биометрии. Здесь достаточны простые приемы определения степени разнообразия животных по важнейшим хозяйственно-полезным признакам: возрасту, живой массе, скорости роста, удою, жирномолочности и др., для этого рассчитывают основные биометрические показатели, например, среднюю арифметическую, среднее квадратическое отклонение, размах признака и др.

Если коэффициентом вариации устанавливается большая изменчивость признака в группе, то находят особь - носительницу сильно отклоняющегося признака, удаляют ее из группы и заменяют аналогичной.

#### *Математическая обработка цифрового материала опыта*

Собранный за весь период опыта цифровой материал должен быть подвергнут обработке методом вариационной статистики (биометрии). При наличии большого количества материала может быть использована вычислительная техника. Математические приемы обработки опытных данных позволяют определить, насколько выбранная методика обеспечивает получение статистически надежных данных.

Главная задача применения биометрии в биологических экспериментах - определить насколько статистически достоверны различия между средними показателями опытной и контрольной групп. Так как изучение всей генеральной совокупности, т.е. всего объема признаков (например, всего поголовья животных какой-либо породы) затруднено, прибегают к так называемой выборочной совокупности (к ограниченному количеству животных этой породы), объективно отражающей свойства генеральной совокупности подобно тому, как капля крови отражает свойства всей крови изучаемого животного.

Если число вариантов (в опытах численность поголовья в группе) выборочной совокупности составляет до 30 ( $n < 30$ ), то она называется малой выборкой, если свыше 30 - большой ( $n > 30$ ). Отсюда и различные способы вычисления показателей средней арифметической величины  $\bar{X}$  среднего квадратического отклонения  $\sigma$  (сигмы), коэффициента изменчивости  $C_v$  и других констант.

#### **Составление групп животных для опыта**

**Задание 1.** Составить из 21 головы коров красной степной породы, представленных в списке (табл. 1), 3 группы по 7 голов в каждой методом пар-аналогов по возрасту, удою, живой массе и содержанию жира в молоке по следующему принципу:

1. Породность одинаковая и близкая.
2. Возраст – разница не более 1-2 лет.
3. Живая масса – разница  $\pm 5-10\%$ .
4. Лактация – разница не более 1 лактации.
5. Содержание жира в молоке  $\pm 0,2 - 0,3\%$ .

Таблица 1

Список коров красной степной породы

№ п/п	Кличка	Породность	Возраст, лет	Живая масса, кг	Лактац. по счёту	Среднесуточный удой, кг	% жира
1	Камелия	ч/п	2,6	435	1	10,7	3,4
2	Серна	ч/п	3,6	460	2	17,5	3,6
3	Соломка	IV	4,7	490	3	16,6	3,9
4	Слива	ч/п	3,8	475	2	18,6	3,8
5	Альма	ч/п	5,6	560	4	13,8	3,9
6	Комета	IV	5,7	446	3	16,3	3,9
7	Поляна	IV	3,8	450	2	11,2	3,5
8	Слава	ч/п	2,7	430	1	10,1	3,5
9	Сосна	III	6,4	530	5	18,9	3,8
10	Мена	IV	4,8	458	3	13,7	3,8
11	Висла	ч/п	2,6	445	1	11,3	3,3
12	Астра	ч/п	3,7	470	2	17,5	3,8
13	Долина	IV	3,6	472	2	14,5	3,8
14	Гамма	IV	2,5	425	1	10,3	3,5
15	Синица	III	6,6	500	5	18,2	3,9
16	Норка	ч/п	6,7	496	5	12,7	4,4
17	Мура	III	6,7	550	5	19,7	3,7
18	Груша	IV	5,6	530	4	15,4	4,0
19	Мечта	IV	3,7	452	2	13,1	3,7
20	Мазурка	ч/п	4,7	550	3	13,8	4,0
21	Сойка	IV	2,6	443	1	10,1	3,7

Таблица 2

## Группы коров-аналогов

Ряды аналогов	Породность	Возраст, лет	Живая масса, кг	Лактация по счету	Средне-суточный удой, кг	% жира
I группа коров						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
В средн.						
II группа коров						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
В средн.						
III группа коров						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
В средн.						

**Задание 2.** Составить из 20 поросят-отъемышей крупной белой породы, представленных в списке (табл.3), 2 группы аналогов по 10 голов в каждой с учетом пола, возраста, живой массы и происхождения по следующему принципу:

1. Породность – одинаковая или близкая.
2. Возраст – разница не более 5 дней.
3. Живая масса – разница  $\pm 5\%$ .
4. Происхождение – от одних хряков и маток-сестер.

Таблица 3

## Список поросят крупной белой породы

№ п/п	№№ жив.	Пол	Дата рожд.	Живая масса, кг	Происхождение	
					кличка отца	кличка матери
1	117	хр.	30.11	16,5	Леопард 4748	Птичка 516
2	153	хр.	8.12	17,5	Принц 4642	Птичка 664
3	134	хр.	8.12	17,5	Принц 4642	Птичка 216
4	129	св.	2.12	17,0	Принц 4642	Тайга 124
5	121	хр.	30.11	17,0	Леопард 4748	Птичка 516
6	78	св.	30.11	17,0	Леопард 4748	Птичка 516
7	103	хр.	1.12	17,6	Смех 603	Птичка 194
8	144	св.	7.12	16,2	Принц 4642	Волшебница 226
9	127	хр.	30.11	16,8	Леопард 4748	Птичка 516
10	139	хр.	30.11	17,6	Леопард 4748	Птичка 516
11	108	св.	2.12	16,5	Принц 4642	Тайга 124
12	97	хр.	1.12	16,8	Смех 603	Птичка 194
13	137	хр.	8.12	16,8	Принц 4642	Птичка 664
14	142	св.	8.12	16,8	Принц 4642	Птичка 664
15	140	св.	7.12	16,0	Принц 4642	Волшебница 226
16	82	св.	30.11	16,4	Леопард 4748	Птичка 516
17	173	св.	8.12	17,0	Принц 4642	Птичка 664
18	107	хр.	4.12	17,0	Принц 4642	Волшебница 226
19	125	хр.	8.12	18,0	Принц 4642	Птичка 216
20	165	хр.	4.12	17,2	Принц 4642	Волшебница 226

### Контрольные вопросы:

1. Какие нормативы нужны для формирования групп животных для опытов?
2. Минимальное количество животных, необходимое для постановки опыта?
3. Какое поголовье необходимо для оценки племенных достоинств свиноматок?

## РАЗДЕЛ 2

### ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ БИОМЕТРИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

#### Занятие 3. Построение вариационного ряда

**Цель занятия.** Изучить правила построения вариационного ряда.

**Методические указания.** Данные, которые необходимо подвергнуть математической обработке и анализу, должны быть систематизированы и сгруппированы. При обработке количественных признаков и большом числе вариантов производят группировку данных и их разносту по классам, т.е. строят вариационный ряд.

Вариационный ряд - это ряд вариантов, в котором они располагаются в порядке возрастания.

Для большой выборки вариационный ряд - это двойной ряд чисел, состоящий из обозначения классов и соответствующих частот.

Вариационный ряд для малой выборки строится просто: варианты располагаются в строгом порядке по принципу их увеличения или уменьшения (т.е. по ранжиру). При этом одинаковые значения вариантов записываются в вариационный ряд столько раз, сколько этот вариант встречается в выборке.

Обработка данных большой выборки начинается также с построения вариационного ряда. Для построения вариационного ряда для большой выборки необходимо произвести следующие действия:

1. Найти максимальное –  $X_{\max}$ , и минимальное –  $X_{\min}$ . значение вариантов в выборке.
2. Определить размах варьирования признака  $D = X_{\max} - X_{\min}$ .
3. Установить число классов ( $L$ ).

Число классов берется в зависимости от объема совокупности. Считается удобным иметь:

при:	31-60	вариантов	- 6-8	классов
	61-100	->>	-7-10	->>
	100-200	->>	-9-12	->>
	200-500	->>	-12-17	->>

но не более 20 классов.

4. Установить величину класса (классового промежутка):

$$K = \frac{D}{L}.$$

Величина класса (K) показывает, насколько отличаются границы (начало и конец) следующих друг за другом классов.

5. Найти границы 1-го класса.

5.1. Начало 1-го класса: если значение  $X_{\min}$  делится на величину класса (K) как на целое число, берем его за начало первого класса; если не делится, округляем  $X_{\min}$  до ближайшего меньшего числа, которое будет делиться и берем его за начало 1-го класса.

5.2. Конец первого класса = начало первого класса + величина класса – точность измерения признака.

6. Строим вариационный ряд.

Границы 1 класса известны. Следующие классы определяем, пользуясь величиной классового промежутка (K).

К началу и концу следующих друг за другом классов прибавляем этот показатель, т.е. начала и концы следующих друг за другом классов отличаются на величину класса.

Конец каждого предыдущего класса от начала последующего отличается на точность измерения признака.

*Примечание:* Если классы построены верно, то первым классом должен быть класс, в который входит  $X_{\min}$ , последним - класс, в который входит  $X_{\max}$ .

7. Последовательно, начиная с первого и по порядку, разнести все варианты по классам вариационного ряда, определяя графу P - частоты. Разноска вариантов по классам производится по следующей системе:

·1, ··2, ··3, ::4, ∟5, ∟∟6, ∟∟∟7, □8, □□9, □□□10, □□□11 и т.д.

Частота класса (P) - это количество вариантов, попавших в этот класс.

В вариационном ряду существует определенная математическая закономерность: количество вариантов в крайних классах будет наименьшим, с приближением к середине - частота вариантов увеличится.

В середине вариационного ряда или вблизи будет находиться класс, в котором частота вариантов будет наибольшей. Такой класс будет называться модальным.

*Примечание:* Если разноска вариантов выполнена верно, то сумма их частот (сумма P) будет равна числу вариантов в выборке (n).

**Пример:** Построить вариационный ряд по данным содержания жира в молоке коров красной степной породы:

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

n = 100

Это большая выборка n = 100.

Находим показатели для построения вариационного ряда:

1.  $X_{\min} = 3,3\%$ ,  $X_{\max} = 4,4\%$ .
2.  $D = X_{\max} - X_{\min} = 4,4 - 3,3 = 1,1\%$ .
3. Число классов  $l = 7$ .

$$4. K = \frac{D}{L} = \frac{1,1}{7} = 0,157 \approx 0,2.$$

**Примечание:** «K» (величину класса) округляем до 0,2, т.к. она не должна равняться точности измерения признака и должна быть числом, с которым удобно работать.

5. Находим границы 1-го класса:

- а) начало первого класса = 3,2;
  - б) конец первого класса =  $3,2 + 0,2 - 0,1 = 3,3$ .
6. Начало второго класса  $(3,2 + 0,2) = 3,4$   
 Конец второго класса =  $(3,3 + 0,2) = 3,5$  и т.д.

Строим вариационный ряд.

классы	3,2 - 3,3	3,4 - 3,5	3,6 - 3,7	3,8 - 3,9	4,0 - 4,1	4,2 - 4,3	4,4 - 4,5
Частоты	.	□	☒☒☒	☒☒	□	::	.
P	1	7	38	42	7	4	1

7. Делаем разnosку вариантов по классам, определяя частоты (P). Первый вариант 3,6 относится к третьему классу границы (3,6-3,7). В этой графе ставим точку. Вторым вариантом 3,8 заносится в четвертый класс и т.д. В строгой последовательности, пока все 100 вариантов не будут разнесены по классам. Частоту вариантов в каждом классе переводим в цифры и обозначаем буквой «P».

По вариационному ряду можно судить о распределении признака в данной выборке. В крайних классах находится наименьшее число вариантов, а в средних - наибольшее. Наибольшее число вариантов находится в третьем, четвертом классах.

**Задание 1.** По данным индивидуальных заданий построить вариационный ряд, обработать его.

### Контрольные вопросы:

1. Что такое вариационный ряд для большой выборки, для малой выборки?
2. Как строится вариационный ряд для малой выборки?
3. Какова последовательность построения вариационного ряда для большой выборки?

### Занятие 4. Свойства средних параметров варьирующего признака

**Цель занятия.** Изучить показатели, характеризующие среднее значение признаков.

**Методические указания.** Биометрия представляет собой раздел высшей математики, называемый вариационной статистикой.

Вариационная статистика – это наука, разрабатывающая методы изучения варьирующего признака на массовых материалах в различных областях знаний.

Варьирующими признаками называют признаки, проявляющие определенную закономерность в изменчивости своих значений.

Для того чтобы получить характеристики не отдельных объектов, а всей группы в целом, определяют среднюю величину признака. В зависимости от исследуемых объектов и от поставленных целей среднюю величину вычисляют различными способами.

Имеется несколько средних величин:

**X** – средняя арифметическая;

**G** – средняя геометрическая;

**S** – средняя квадратическая;

**H** – средняя гармоническая;

**Mo** – мода;

**Me** – медиана.

**Средняя арифметическая (X)** – наиболее распространенный и широко применяемый статистический показатель среднего значения варьирующего признака при количественном его выражении. Средняя арифметическая – величина, сумма отрицательных и положительных отклонений от которой равна нулю.

### Свойства средней арифметической

В средней арифметической происходит как бы устранение варьирования признака и установление его обобщающего абстрактного среднего уровня, присущего для данной совокупности при конкретной изменчивости признака. Таким образом, средняя арифметическая является обобщенным статистическим параметром или статистической характеристикой среднего уровня варьирующего признака.

Основное свойство средней арифметической состоит в том, что сумма отклонений каждого варианта от средней арифметической данной совокупности всегда равна нулю:

$$\sum (V - X) = 0.$$

То есть если произвести отклонение каждого члена выборки по значению его варьирующего признака от значения средней арифметической, то такая сумма всегда будет равна нулю.

Следующее свойство средних арифметических заключается в том, что сумма отклонений варьирующего признака от любой другой величины, например от условной средней (**A**), неравной средней арифметической, будет всегда больше нуля:

$$\sum (V - A) > 0.$$

Это выражение используется при вычислении средней арифметической при большом числе наблюдений.

Еще одно свойство средней арифметической можно выразить следующими математическими значениями:

$$\Sigma (V - X)^2 < \Sigma (V - A)^2.$$

Это означает, что сумма квадратов отклонений от суммы средней арифметической всегда меньше суммы квадратов отклонений, взятых от любого другого числа, отличающегося от средней арифметической.

Кроме указанных основных свойств, средняя арифметическая имеет и другие особенности, которые используются в формулах различных статистических величин.

### **Средняя геометрическая G**

Средняя геометрическая – это величина, которая выявляет средний прирост (или среднее уменьшение) какого-либо показателя за определенный период времени.

Средняя геометрическая необходима для определения среднего значения признака, если он характеризует темп роста, темп увеличения численности популяции. Особенно она удобна в тех случаях, если признак выражен в долях единицы или в процентах и изменяется во времени и по периодам.

1. Произведение чисел ряда, для которого вычисляется средняя геометрическая, всегда равно произведению, полученному от возведения ее в степень, равную числу членов ряда:

$$G_n = V_1 \cdot V_2 \cdot \dots \cdot V_n.$$

Это свойство средней геометрической используется для проверки правильности ее вычисления.

2. Произведение отношений средней геометрической к числам, которые меньше ее, всегда равно произведению отношений чисел ряда, превышающих ее по своему значению, к своей средней геометрической.

**Средняя квадратическая S.** Средняя квадратическая используется для признаков, которые характеризуются площадью круга и для ее получения измеряют величину диаметра.

**Средняя гармоническая H.** Средняя гармоническая используется при обработке таких совокупностей, для которых применение других средних невозможно. Она необходима для вычисления сред-

них значений, получаемых во времени. Для этих процессов характерно, что при увеличении одного показателя другой изменяется в обратном направлении, то есть уменьшается. В связи с этим, средняя гармоническая позволяет обрабатывать такие совокупности, у которых значение варьирующего признака находится в обратном соотношении по отношению к суммарному результату.

Эти особенности совокупностей можно показать на следующем примере: чем быстрее бежит лошадь, тем меньше она тратит времени на прохождение пути.

Средняя гармоническая всегда меньше, чем средняя арифметическая, мода, медиана и средняя квадратическая.

**Мода Mo.** Модой, или модальным вариантом, называется наиболее часто встречающееся значение. Модальный вариант может быть выражен как качественным, так и количественным признаком.

Например: модальное число сосков у коров – четыре, хотя есть животные с пятью и шестью сосками.

Для количественных признаков модальным будет считаться та величина признака (веса, размера и т.п.), которым будет обладать большее число объектов (членов) генеральной совокупности в случайной выборке.

**Медиана Me.** Медианой называется вариант, значение которого делит всю совокупность наблюдений на две равные части. Одна половина объектов совокупности будет иметь значения варьирующего признака меньше, а другая половина объектов больше ее. Используют показатель медианы чаще для характеристики качественных признаков.

При определении медианы для количественных признаков при малой числе наблюдений члены выборки записывают подряд в возрастающем порядке. Средний член такого ранжированного ряда будет служить ее показателем.

**Задание 1.** Дать сравнительную характеристику средним величинам.

### **Контрольные вопросы:**

1. Для чего нужна вариационная статистика?
2. Что такое варьирующие признаки?
3. Какие величины являются средними?

## Занятие 5. Средняя арифметическая

**Цель занятия.** Изучить методы расчета средней арифметической при обработке данных малой и большой выборки.

### Методические указания

#### Методы анализа данных малой выборки

При проведении биометрического анализа данных малой выборки ( $n < 30$ ) рассчитываются следующие показатели:

1. Средняя арифметическая ( $X$ ), которая характеризует среднее значение изучаемого признака при количественном его выражении. Средняя арифметическая представляет собой как бы точку равновесия вариационного ряда, отклонения от которой в сторону увеличения или уменьшения признака взаимно уравновешиваются.

Она показывает, какую величину признака имели бы животные данной группы, если бы она была одинаковой у всех. Средняя арифметическая ( $X$ ) вычисляется по формуле:

$$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \quad \text{или} \quad X = \frac{\sum X}{n},$$

где  $X$  - средняя арифметическая;

$X_1, X_2, X_n$  - значения изучаемого признака (варианта);

$n$  - число вариантов в выборке;

$\Sigma$  - знак суммирования.

**Пример.** Рассчитать среднюю живую массу 10 телят черно-пестрой породы при рождении по следующим данным:

30,0; 29,5; 28,0; 29,1; 31,0; 27,0; 25,8; 27,1; 25,0; 26,1 кг  $n=10$

$$X = \frac{30,0+29,5+28,0+29,1+31,0+27,0+25,8+27,1+25,0+26,1}{10} = \frac{279}{10} = 27,9 \text{ кг}$$

Таким образом, средняя живая масса телят при рождении составляет 27,9 кг.

#### Методы анализа данных большой выборки

При обработке данных большой выборки ( $n > 31$ ) рассчитывают следующие показатели:

1. Среднюю арифметическую ( $X$ ) – показатель среднего значения признака, по формуле:

$$X = A + K \frac{\sum p \cdot x \cdot a}{N},$$

где  $A$  - условная средняя или середина условного среднего класса;

$K$  - величина класса;

$\sum p \cdot a$  - сумма произведений частот ( $p$ ) на условное отклонение ( $a$ );

$n$  - число вариантов в выборке.

#### Порядок работы по обработке данных большой выборки:

1. Находим показатели, необходимые для построения вариационного ряда.

2. Строим вариационный ряд по следующей форме и делаем разность вариантов по классам, определяя графу «р» - частоты. Эта графа показывает «количество» вариантов в каждом классе вариационного ряда:

№№ классов	Классы вариационного ряда	Частоты, р	Условное отклонение, а	$p \cdot a$	$p \cdot a^2$
1					
2					
3					
4					
		$\Sigma p = a =$		$\Sigma p \cdot a =$	$\Sigma p \cdot a^2$

3. Определяем условно средний класс, серединой которого является значение условной средней ( $A$ ). В качестве этого класса берем тот класс, который занимает приблизительно центральное место в вариационном ряду и частота которого одна из наибольших. Отделяем его линиями от остальных и обозначаем за нулевой «0».

4. Определяем условное отклонение «а» для каждого класса. Для этого от условного среднего класса в сторону уменьшения (вверх) признака перечисляем по порядку классы, ставя знак «минус»: - 1, - 2, - 3, - 4 и т.д.; в сторону увеличения признака (вниз) перечисляем классы со знаком «плюс»: + 1, + 2, + 3, + 4 и т.д.

5. Умножаем частоту «р» каждого класса на условное отклонение - «а», заполняя графу «р·а». Находим  $\Sigma p \cdot a$ .

6. Умножаем, частоту «р» каждого класса на квадрат условного отклонения «а<sup>2</sup>», заполняем графу «р-а<sup>2</sup>», находим  $\sum p \times a^2$ .

7. Находим значение «А» - условной средней по формуле:

$$A = \text{начало условного среднего класса} + \frac{K}{n}$$

где К - величина класса.

8. По формулам находим значения Х.

**Пример:** Рассчитать среднее содержание жира в молоке (х) коров красной степной породы по следующим данным:

3,6	3,9	3,5	3,9	4,0	3,5	3,9	3,9	3,8	4,3
3,8	3,8	3,9	3,8	3,7	3,8	3,9	3,8	3,8	3,6
3,9	3,9	3,9	3,7	4,1	3,9	3,6	3,7	3,8	3,5
3,7	3,7	3,8	3,5	3,9	3,8	3,6	3,8	3,7	3,7
4,2	3,7	3,8	3,6	3,9	3,6	3,7	3,7	3,6	3,3
3,9	3,8	3,7	4,0	3,8	3,9	3,8	3,8	3,8	3,6
3,5	3,8	3,8	3,6	3,9	3,8	3,6	3,9	3,6	3,7
3,7	3,7	3,7	3,7	3,8	3,7	4,3	4,0	4,4	3,9
3,6	3,6	4,1	3,7	3,9	3,7	3,4	3,6	3,9	3,9
4,0	4,4	3,7	3,7	3,7	3,7	3,9	3,5	3,6	3,7
									n = 100

Находим показатели для построения вариационного ряда, строим его, делаем разность и обработку.

№№	Классы по % жира	Частоты, Р	Условное отклонен., а	р-а	р-а <sup>2</sup>
1.	3,2-3,3	1	-3	-3	9
2.	3,4-3,5	7	-2	-14	28
3.	3,6-3,7	38	-1	-38	38
4.	3,8-3,9	42	0	0	0
5.	4,0-4,1	7	+1	7	7
6.	4,2-4,3	4	+2	8	16
7.	4,4-4,5	1	+3	3	9
$\sum p = n = 100$		$\sum Pa = (-55 + \sum p \cdot a^2 = 107 + 18) = -37$			

Подставляем данные в формулы и находим значения необходимых показателей:

$$A = 3,8 + \frac{0,2}{2} = 3,9$$

$$X = A + K \frac{\sum p \cdot a}{n} = 3,9 + 0,2 \frac{(-37)}{100} = 3,9 - 0,074 = 3,83\%$$

**Задание 1.** Вычислить среднюю яйценоскость кур русской белой породы за декаду по следующим данным: 9, 7, 10, 9, 5, 6, 8, 7, 9, 7 (яиц) n=10.

### Контрольные вопросы:

1. С чего начинается работа по обработке данных большой выборки?
2. Как найти условно средний класс в вариационном ряду?
3. Что характеризует средняя арифметическая (х) и по какой формуле рассчитывается для большой выборки?

### Занятие 6. Среднее квадратическое отклонение

**Цель занятия.** Изучить методы вычисления среднего квадратического отклонения.

**Методические указания.** Среднее квадратическое отклонение или сигма ( $\delta$ ) позволяет судить о степени разнообразия признака в абсолютных величинах. Она выражается в тех же единицах, что и средняя арифметическая (в кг, см, л, % и т.д.). Сигма показывает насколько однородна или разнообразна группа животных по изучаемому признаку. Чем больше величина сигмы, тем выше изменчивость, и наоборот.

Среднее квадратическое отклонение – это абсолютный показатель изменчивости. При вычислении сигмы ее определяют с точностью на один десятичный знак больше, чем точность, которую применяют в отношении средней арифметической для того же ряда.

Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) - показатель степени изменчивости признака, по формуле:

$$\sigma = K \sqrt{\frac{\sum p \cdot a^2}{n} - \left(\frac{\sum p \cdot a}{n}\right)^2},$$

где К - величина класса;

$\sum p \cdot a^2$  - сумма произведений, частот (р) на квадрат условного отклонения ( $a^2$ );

$\sum p \cdot a$  - сумма произведений частоты (р) на условное отклонение (а);

n - число вариантов в выборке.

**Пример 1.** Плодовитость группы овцематок равно 1, 3, 4, 3, 2, 1, 2, 1, 1, 2. Определить среднюю плодовитость овцематок (X) и ее изменчивость (д).

Для этого строим вариационный ряд.

Плодовитость, V	V <sup>2</sup>
1	1
1	1
1	1
1	1
2	4
2	4
2	4
3	9
3	9
4	16
$\Sigma V=20$	$\Sigma V^2=50$

$$M = \frac{\Sigma V}{n} = \frac{20}{10} = 2 \text{ ягненка}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{a}{n-1}}$$

$$a = \Sigma V^2 - \frac{(\Sigma V)^2}{n} = 50 - \frac{20^2}{10} = 50 - 40 = 10$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{10}{10-1}} = \sqrt{1,11} = 1,05 \text{ ягн.}$$

Вывод: средняя плодовитость овец 2,0 ягненка, изменчивость плодовитости  $\sigma = 1,05$  ягненка.

**Задание 1.** Количество лейкоцитов в крови коров равно 6,9; 6,0; 6,8; 6,5; 5,5. Найти среднюю арифметическую, показатель изменчивости.

### Контрольные вопросы:

1. Что показывает сигма?
2. Что такое среднее квадратическое отклонение?
3. Как рассчитывается среднее квадратическое отклонение?

### Занятие 7. Коэффициент изменчивости

**Цель занятия.** Изучить метод вычисления коэффициента вариации.

**Методические указания.** С помощью среднего квадратического отклонения можно сравнить изменчивость двух или более групп животных в отношении одинаковых признаков. Изложенные методы определения степени изменчивости с помощью лимитов и среднего квадратического (стандартного) отклонения имеют один недостаток: они дают показатель изменчивости признака в именованных величинах (кг, см, л, %), а не в относительных.

Например, селекционеру необходимо выяснить изменчивость различных селекционных признаков у одного и того же вида животных чтобы иметь суждение о перспективах и интенсивности племенной работы.

Так, если нужно определить изменчивость шерстной продуктивности тонкорунных овец по составляющим ее признакам: настригу шерсти (кг), длине (см), тонине (мкм), прочности на разрыв (сН/текс), содержанию жира в шерсти (%) и т.п., то сопоставляют изменчивость каждого показателя с каждым из общего их числа.

Но сопоставить изменчивость шерстной продуктивности по составляющим ее признакам с помощью лимитов и сигмы нельзя, так как каждый признак измеряется разными мерами. Поэтому для со-

поставления изменчивости разноименных признаков и для выявления уровней изменчивости у одноименных признаков разных совокупностей при больших различиях средних арифметических величин сравниваемых групп удобнее пользоваться коэффициентом изменчивости ( $CV$ ), который показывает изменчивость в относительных величинах, а именно – в процентах.

Вследствие этого сопоставление разноименных признаков по величине изменчивости с помощью лимита и стандартного отклонения произвести невозможно.

Для сравнения изменчивости разноименных признаков рассчитывают коэффициент изменчивости или вариации.

Коэффициент изменчивости или вариации ( $C_v$ ) - показатель, характеризующий степень изменчивости признака в относительных единицах (%), по формуле:

$$C_v = \frac{\sigma}{X} 100\%,$$

где  $\sigma$  - среднее квадратическое отклонение;

$X$  - средняя арифметическая.

**Пример.** Рассчитать коэффициент изменчивости содержания жира в молоке коров красной степной породы, если известно,  $X=3,83\%$ ,  $\sigma=0,19\%$ , то

$$C_v = \frac{0,19}{3,83} 100 = 4,86\%.$$

**Задание.** Рассчитать среднюю плодовитость ( $M$ ) группы овцематок романовской породы и степень ее изменчивости ( $\sigma$ ,  $C_v$ ) по данным: 6, 3, 5, 4, 3, 2, 6, 4, 3, 5, 3, 4, 2, 4, 4, 5, 3, 2, 3, 4;  $n = 20$ .

#### Контрольные вопросы:

1. Для чего рассчитывают коэффициент изменчивости?
2. По какой формуле рассчитывают коэффициент изменчивости?
3. Какие еще показатели нужны при расчете коэффициента изменчивости?

### Занятие 8. Коэффициент корреляции для малых выборок

**Цель занятия.** Изучение методов расчета коэффициента корреляции.

**Методические указания.** Признаки и свойства в организме находятся в определенной взаимосвязи. Например, имеется связь между удоем и содержанием жира в молоке, уровнем кормления и молочной продуктивностью, возрастом и массой тела животного, густотой и длиной шерсти и т.д. Связь между признаками живых организмов существует в виде корреляции. При этом каждому значению одного признака соответствует не одно, а несколько значений другого признака. Так, животные при одной высоте могут иметь разную массу, коровы при одинаковой массе могут иметь разный удой; при одинаковом удое - разное содержание жира в молоке.

#### Корреляционная связь бывает:

1. Прямая или положительная, когда с увеличением признака увеличивается и другой. Например, с увеличением длины тела у свиноматок увеличивается и живая масса, с увеличением удоя коров увеличивается и количество молочного жира и др.

2. Обратная или отрицательная, когда с увеличением одного признака другой уменьшается. Например, с увеличением удоя у коров снижается жирность молока, куры с высокой яйценоскостью имеют более мелкие яйца, чем больше поросят в помете, тем меньше их живая масса и др.

3. Криволинейная, когда с увеличением одного признака другой признак сначала увеличивается, а затем уменьшается. Например, с увеличением возраста коров до 5 отелов удой за лактацию повышается, а затем снижается; с увеличением живой массы до определенного предела увеличивается и удой, а затем связь становится отрицательной.

Для оценки силы и направления связи между признаками вычисляют коэффициент корреляции « $r$ ». Коэффициент корреляции выражает связь между признаками в относительных единицах, а именно десятичной дробью от 0 до  $\pm 1$ . Принято считать связь малой, если  $r = 0,2 - 0,3$ ; связь средней при  $r$ , близком в  $0,5$ ; если  $r \geq 0,7$  - связь считается высокой.

Наличие  $V$  коэффициента корреляции знака «-» или «+» указывает на направление связи. Знак «+» означает, что связь между признаками прямая или положительная. Знак «-» свидетельствует о наличии обратной или отрицательной связи.

Максимально возможное значение  $r = +1$  (полная положительная связь), минимальное значение  $r = -1$  (полная отрицательная связь). При отсутствии связи между признаками  $r = 0$ .

Для малой выборки коэффициент корреляции можно рассчитать по формуле:

$$r = \frac{\sum x x y - \frac{\sum x - \sum y}{n}}{\sqrt{C_x \times C_y}},$$

где  $x$  и  $y$  - коррелирующие признаки;

$C_x$  и  $C_y$  - дисперсии каждого признака.

**Пример 1.** Вычислить коэффициент корреляции между настригом шерсти матерей и их дочерей овец советской мясошерстной породы и установить его достоверность по следующим данным:

Настриг матерей, кг	Настриг дочерей, кг
3,6	3,8
3,5	3,6
3,7	3,9
3,5	3,7
3,2	3,7

$n = 5$  пар мать – дочь

Обозначим настриг матерей -  $x$ , настриг дочерей -  $y$  и занесем данные в таблицу.

Настриг дочерей, $y$	$xy$	$x^2$	$y^2$
3,8	13,68	12,96	14,44
3,6	12,60	12,25	12,96
3,9	14,43	13,69	15,21
3,7	12,95	12,25	13,69
3,7	11,84	10,24	13,69
$\sum y = 18,7$	$\sum xy = 65,50$	$\sum x^2 = 61,39$	$\sum y^2 = 69,95$

Производим действия в следующем порядке:

1. Суммируем варианты  $x$  и  $y$  находим  $\sum x$  и  $\sum y$ .
2. Находим произведения  $x$  на  $y$  по каждой паре и суммируем их, определяя  $\sum xy$ .

3. Возводим в квадрат значение каждого варианта признаков  $x$  и  $y$  и находим  $\sum x^2$  и  $\sum y^2$ .

4. Вычисляем  $C_x$  и  $C_y$  по формулам:

$$C_1 = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} = 61,39 - \frac{17,52}{5} = 0,14$$

$$C_1 = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} = 61,39 - \frac{17,52}{5} = 0,14$$

$$C_1 = \sum y^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} = 61,39 - \frac{17,52}{5} = 0,14$$

$$C_1 = \sum y^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} = 69,99 - \frac{17,52}{5} = 0,052$$

5. Полученные величины подставляем в формулу:

$$r = \frac{\sum x x y - \frac{\sum x - \sum y}{n}}{\sqrt{C_x \times C_y}} = \frac{65,5 - \frac{17,5 - 18,7}{5}}{\sqrt{0,14 \times 0,052}} = \frac{0,05}{0,085} = 0,59.$$

6. Ошибка коэффициента корреляции ( $m_r$ ) вычисляется по формуле:

$$m_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}} = \frac{1 - 0,59^2}{5 - 2} = 0,46$$

$$r \pm m_r = 0,59 \pm 0,46.$$

7. Критерий достоверности ( $t_r$ ) выборочного коэффициента корреляции определяется по формуле с учетом числа контролируемых пар:

$$t_r = \frac{r}{m_r} \geq t_{st}; \quad v = n - 2,$$

где  $t_{st}$  - стандартное значение критерия по Стьюденту;  
 $v$  - число степеней свободы

$$t_r = \frac{0,59}{0,46} = 1,28; \quad v = 5 - 2 = 3.$$

При  $v = 3$   $t_{st} \{3,2; 5,8; 12,9;$   
 $t_r \geq t_{st}$ , а в нашем случае  $t_r = 1,28 < t_{st}$ .

**Вывод:** Вычисленный коэффициент корреляции I и по выборке между настригом шерсти матерей и их дочерей  $r = 0,59$  недостоверен, так как  $t_r \geq t_{st}$ . Он не дает возможности сделать какое-либо заключение о связи между настригом шерсти матерей и дочерей в генеральной совокупности. Чтобы выборочный коэффициент корреляции достоверно отражал генеральную совокупность, необходимо провести повторные исследования на более многочисленном материале.

**Задание 1.** Вычислить коэффициент корреляции и его достоверность между содержанием жира за I и III лактацию в молоке коров швицкой породы (учхоз ГСХИ) по следующим данным:

4,0-3,9	4,1-4,0	3,9-3,8	4,0-4,2
3,7-3,7	4,0-3,9	3,7-3,7	3,8-4,0
3,9-3,7	3,9-4,1	4,0-3,7	3,4-3,6
3,4-3,5	3,5-3,6	3,9-4,2	<u>n = 15</u>

**Задание 2.** Вычислить коэффициент корреляции и его достоверность между настригом и длиной шерсти овец северокавказской мясошерстной породы по данным (пары: настриг шерсти - длина шерсти):

4,0-11	4,4-12	4,0-13	4,3-12	4,5-13
4,7-15	4,7-12	4,0-12	4,6-15	4,9-13
5,0-14	4,7-14	4,9-14	5,1-15	4,8-15
				<u>n = 15</u>

#### Контрольные вопросы:

1. Что характеризует коэффициент корреляции?
2. Какой может быть корреляционная связь?
3. Какие коэффициенты определяют для характеристики степени и направления связи между признаками?

### Занятие 9. Коэффициент корреляции для больших выборок

**Цель занятия.** Изучить методы расчета коэффициента корреляции для большой выборки.

**Методические указания.** Для большой выборки коэффициент корреляции вычисляется по формуле:

$$R = \frac{\sum p \cdot a_x \cdot a_y - nb_x \cdot b_y}{n\sigma_x \cdot \sigma_y},$$

где  $x, y$  - коррелирующие признаки;

$\sum_p \cdot a_x \cdot a_y$  - сумма построчного умножения частот на условное отклонение;

$\sigma_x, \sigma_y$  - среднее квадратическое отклонение для каждого коррелируемого признака (относительные значения);

$b_x, b_y$  - поправки для каждого признака, которые рассчитываются по формулам:

$$b_x = \quad ; \quad b_y = \frac{\sum p y \cdot a_y}{n}$$

$$C_x = \sqrt{\frac{\sum p x \cdot a_x^2}{n} - b_x^2}$$

$$C_y = \sqrt{\frac{\sum p y \cdot a_y^2}{n} - b_y^2}$$

Для обработки данных большой выборки строим корреляционную решетку, основу которой составляют классы обоих изучаемых признаков.

1. Найти показатели для построения вариационного ряда признака  $x$ .
2. Найти показатели для построения вариационного ряда признака  $y$ .
3. Построить корреляционную решетку, состоящую из классов признака  $x$  (по вертикали) и классов признака  $y$  (по горизонтали).

Пересечение вариационных рядов признаков  $x$  и  $y$  дает корреляционную решетку.

4. Сделать разnosку всех пар коррелирующих признаков. Разnosку делать с учетом величины обоих признаков.

5. Подсчитать частоту вариантов в каждом вертикальном и горизонтальном классах, определив графы  $R_x$  и  $R_y$ .

6. Выделить условно средние классы в вертикальных и горизонтальных рядах, это нулевые классы. Обработать данные каждого вариационного ряда с нахождением

$$\sum_{p \cdot x} a_x, \sum_{p \cdot x} a_x^2, \sum_{p \cdot y} a_y, \sum_{p \cdot y} a_y^2.$$

7. Пересечение нулевых классов образует фигура креста, которая делит корреляционную решетку на четыре квадранта I, II, III и IV. В каждом квадранте произвести построчное умножение частот в каждой клеточке решетки на условные отклонение  $a_x$  и  $a_y$ . Сложение  $\sum_{px} \times a_y$  по квадрантам даст общую сумму  $\sum Pa_x a_y$ .

8. Подставить данные в формулу и рассчитать коэффициент корреляции ( $r$ ), его ошибку ( $m_r$ ) и достоверность ( $t_r$ ).

Ошибка коэффициента корреляции рассчитывается по формуле:

$$m_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}}$$

Достоверность коэффициента корреляции:

$$t_r = \frac{r}{m_r} \geq t_r \text{ при } v = n - 2.$$

**Пример 2.** Вычислить коэффициент корреляции между настригом шерсти и живой массой овец советской мясошерстной породы и его достоверность по следующим данным (пары: настриг шерсти, кг - живая масса, кг):

4,5-51	3,9-40	4,9-51	4,9-53	4,6-58
4,3-50	3,9-41	4,0-46	5,1-56	4,7-46
4,9-48	4,7-56	4,1-44	5,2-50	4,8-51
4,2-40	4,0-41	3,5-40	4,8-58	3,9-40
4,0-43	4,4-48	3,5-40	4,3-46	4,3-45
3,9-41	4,0-40	4,4-40	4,1-43	3,8-45
5,5-60	4,4-45	4,2-45	4,9-59	3,7-40
n = 35				

Выполняем действия по порядку работы:

1. Обозначим живую массу X и найдем показатели для построения вариационного (вертикального) ряда:

$$X_{\min.} = 3,5 \text{ кг, } X_{\max.} = 5,5 \text{ кг.}$$

$$D = X_{\max.} - X_{\min.} = 5,5 - 3,5 = 2,0 \text{ кг.}$$

Число классов - 1

$$K = \frac{D}{1} = \frac{2,0}{6} = 0,33 = 0,5$$

Границы 1 класса:

а) начало 1 класса - 3,5;

б) конец 1 класса -  $(3,5 + 0,5 - 0,1) = 3,9$ .

2. Обозначим живую массу X и найдем показатели для построения вариационного (горизонтального) ряда:

$$X_{\min.} = 40 \text{ кг, } X_{\max.} = 60 \text{ кг.}$$

$$D = X_{\max.} - X_{\min.} = 60 - 40 = 20 \text{ кг.}$$

Число классов - 6

$$K = \frac{D}{1} = \frac{20}{6} = 3,33 = 5,0.$$

Находим границы класса:

а) начало I класса - 40;

б) конец 1 класса  $(40 + 5 - 1) = 44$ .

Строим корреляционную решетку, делая разность всех пар признаков по порядку, и обрабатываем вертикальный (x) и горизонтальный (y), вариационные ряды в соответствии с пунктами 4, 5, 6.

В каждом квадранте определяем  $\sum Pa_x a_y$  (пункт 7):

1 квадрант: 1 строчка  $7(-2) \times (-1) = 14$ ;

$$2 \text{ строчка } \frac{7(-1) \times (-1) - 7}{\sum Pa_x a_y} = 21$$

2 квадрант:

$$2 \text{ строчка } \frac{1(-1) \times (-1) = -1}{\sum Pa_x a_y} = -1$$

3 квадрант:

$$\sum Pa_x a_y = 0.$$

4 квадрант: 4 строчка  $1 \times 1 \times 1 = 1$ ;  
 $1 \times 1 \times 2 = 2$ ;

$$5 \text{ строчка } \frac{1 \times 2 \times 3 = 6}{\sum Pa_x a_y} = 9$$

$$\sum Pa_x a_y = 21 + (-1) + 9 = 29.$$

Подставляем данные в формулы:

$$b_x = \frac{\sum p_x * a_x}{n} = \frac{-26}{35} = -0,74$$

$$b_y = \frac{\sum p_y * a_y}{n} = \frac{5}{35} = 0,14$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum p_x \cdot a_x}{n} - b_x^2} = \sqrt{\frac{52}{35} - (0,74)^2} = \sqrt{1,49 - 0,55} = 0,97$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum p_y \cdot a_y^2}{n} - b_y^2} = \sqrt{\frac{49}{35} - (0,14)^2} = \sqrt{1,38} = 1,17$$

Живая масса, у	40–44	45–49	50–54	55–59	60–64	P <sub>x</sub>	a <sub>x</sub>	P <sub>x</sub> a <sub>x</sub>	P <sub>x</sub> a <sub>x</sub> <sup>2</sup>
Настриг шерсти, х									
3,5–3,9	7I	1		II		8	-2	-16	32
4,0–4,4	7	16	1			14	-1	-14	14
4,5–4,9		2	4	4		10	0	0	0
5,0–5,4			1	1		2	1	2	2
5,5–5,9	III			IV	1	1	2	2	4
P <sub>y</sub>	14	9	6	5	1	n=35		ΣP <sub>x</sub> a <sub>x</sub> = -30+4=26	
a <sub>y</sub>	-1	0	1	2	3				
P <sub>y</sub> a <sub>y</sub>	-14	0	6	10	3			ΣP <sub>y</sub> a <sub>y</sub> = -14 + 19 - 5	

$$r = \frac{\sum P_y a_y^2 - n b_x b_y}{n \sigma_x \sigma_y} = \frac{29 - 35 (0,74) \times 0,14}{35 \times 0,97 - 1,17} = \frac{29 - 3,63}{39,72} = 0,82$$

$$m_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}} = \frac{1 - (0,82)^2}{\sqrt{35}} = \frac{1 - 0,67}{5,92} = 0,06$$

$$r \pm m_r = 0,82 \pm 0,06$$

$$tr = \frac{r}{m_r} = \frac{0,82}{0,06} = 13,6$$

$$\text{при } v = n - 2 = 35 - 2 = 33$$

$$t_{st} = \begin{cases} P = 0,95 & P = 0,99 & P = 0,99 \\ 2,0 & 2,7 & 3,7 \end{cases}$$

**Вывод:** Между настригом шерсти и живой массой овец советской мясошерстной породы установлена высокая положительная корреляционная связь  $r = 0,82$  при высокой степени достоверности  $P = 0,999$ .

**Задание 1.** Вычислить коэффициент корреляции между содержанием жира за 1 и 3 лактации в молоке коров швицкой породы по следующим данным:

4,0 – 3,9	4,1 – 4,0	3,9 – 3,8	4,0 – 4,2
3,7 – 3,7	4,0 – 3,9	3,7 – 3,7	3,8 – 4,0
3,9 – 3,7	3,9 – 4,1	4,0 – 3,7	3,4 – 3,6
3,4 – 3,5	3,5 – 3,6	3,9 – 4,2	n = 15

### Контрольные вопросы:

1. Какие показатели нужны для расчета корреляционной связи большой выборки?
2. По какой формуле определяют корреляционную связь?
3. Какая разница между коэффициентами корреляции малой и большой выборки?

### Занятие 10. Ошибка средней арифметической

**Цель занятия.** Изучить методы вычисления статистических ошибок при обработке данных большой выборки.

**Методические указания.** Ошибка средней арифметической ( $m_x$ ) возникает вследствие того, что средние показатели в выборочных и генеральных совокупностях не совпадают и ошибка средней арифметической отражает среднюю величину этих расхождений. Определяют ошибку средней арифметической по формулам.

Ошибка средней арифметической снижается по мере увеличения численности животных в группах ( $n$ ) и уменьшения изменчивости изучаемых признаков ( $\delta$ ).

Статистическая ошибка зависит от степени изменчивости изучаемого признака и численности выборки. Чем больше изменчивость признака, тем больше ошибка. Чем больше численность выборки, тем меньше ошибка выборочных статистических показателей.

Ошибки (m) статистических величин, характеризующие достоверность выборочных показателей:

1. Ошибка средней арифметической  $\sigma$

$$(m_x) : m_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

2. Ошибка среднего квадратического отклонения (m):

$$m_x = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}}$$

3. Ошибка коэффициента изменчивости

$$(m_c) : m_c = \frac{C\sigma}{\sqrt{2n}}$$

Порядок работы по обработке данных большой выборки:

1. Находим показатели, необходимые для построения вариационного ряда.

2. Строим вариационный ряд по следующей форме и делаем разность вариантов по классам, определяя графу «р» - частоты. Эта графа показывает «количество» вариантов в каждом классе вариационного ряда:

№№ классов	Классы вариационного ряда	Частоты, р	Условное отклонение, а	р х а	р х а <sup>2</sup>
1					
2					
3					
4					
		$\Sigma p = n =$		$\Sigma p \cdot a =$	$\Sigma p \cdot a^2$

3. Определяем условно средний класс, серединой которого является значение условной средней (А). В качестве этого класса берем тот класс, который занимает приблизительно центральное место в вариационном ряду и частота которого одна из наибольших. Отделяем его линиями от остальных и обозначаем за нулевой «0».

4. Определяем условное отклонение «а» для каждого класса. Для этого от условного среднего класса в сторону уменьшения (вверх) признака перечисляем по порядку классы, ставя знак «минус»: -1, -2, -3, -4 и т.д.; в сторону увеличения признака (вниз) перечисляем классы со знаком «плюс»: +1, +2, +3, +4 и т.д.

5. Умножаем частоту «р» каждого класса на условное отклонение - «а», заполняя графу «р-а». Находим  $\Sigma p \cdot a$ .

6. Умножаем, частоту «р» каждого класса на квадрат условного отклонения «а<sup>2</sup>», заполняем графу «р-а<sup>2</sup>», находим  $\Sigma p \cdot a^2$ .

7. Находим значение «А» - условной средней по формуле:

$$A = \text{начало условного среднего класса} + \dots$$

где К – величина класса.

8. По формулам находим значения  $X, \sigma, C_v, m_x, m_y, m_{cv}$ .

**Пример:** Рассчитать среднее содержание жира в молоке (х) коров красной степной породы учхоза ГГАУ, его изменчивость ( $\sigma, C_v$ ) и статистические ошибки ( $m_x, m_\sigma, m_{cv}$ ) по следующим данным:

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

n = 100

Находим показатели для построения вариационного ряда, строим его, делаем разность и обработку.

№ п/п	Классы по % жира	Частоты, P	Условное отклонен., a	p-a	p-a <sup>2</sup>
1.	3,2-3,3	1	-3	-3	9
2.	3,4-3,5	7	-2	-14	28
3.	3,6-3,7	38	-1	-38	38
4.	3,8-3,9	42	0	0	0
5.	4,0-4,1	7	+1	7	7
6.	4,2-4,3	4	+2	8	16
7.	4,4-4,5	1	+3	3	9
Σp = n = 100		ΣPa = (-55 + Σ p-a <sup>2</sup> = 107 + 18) = -37			

Подставляем данные в формулы и находим значения необходимых показателей:

$$A = 3,8 + \frac{0,2}{2} = 3,9$$

$$X = A + K \frac{\Sigma p \times a}{n} = 3,9 + 0,2 \frac{(-37)}{100} = 3,9 - 0,074 = 3,83\%$$

$$\sigma = K \sqrt{\frac{\Sigma p - a^2}{n} - \left(\frac{\Sigma p - a}{n}\right)^2} = 0,2 \sqrt{\frac{107}{100} - \left(\frac{-37}{100}\right)^2} =$$

$$= 0,2 \sqrt{1,07 - 0,14} = 0,2 \times 0,96 = 0,19\%.$$

$$C_{\sigma} = \frac{\sigma}{X} \times 100\% = \frac{0,19}{3,83} = 4,96\%.$$

$$m_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0,19}{\sqrt{100}} = 0,02$$

$$m_x = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}} = \frac{0,19}{\sqrt{200}} = 0,01$$

$$mc_x = \frac{C\sigma}{\sqrt{2n}} = \frac{4,96}{\sqrt{200}} = 0,34$$

$$X \pm m_x = 3,83 \pm 0,02$$

$$\sigma \pm m_{\sigma} = 0,19 \pm 0,01$$

$$C_{\sigma} \pm m_c = 4,96 \pm 0,34$$

**Задание 1.** По данным удоя коров швицкой породы рассчитать среднюю арифметическую, показатели изменчивости и их ошибки.

2600	3282	2404	4012	3194	2648	2808	2430
2354	2500	2500	2549	2342	3200	2300	2993
3187	3443	1834	3596	3100	2542	2746	2748
3955	3260	3200	1815	1925	3154	2311	2925
2047	2223	2816	1986	2412	2200	3000	2400
3248	2844	2922	2835	3258	2095	2508	2800
2419	2895	2218	1900	2795	2305	2881	1879
2644	2428	2708	2436	2575	2400	3475	3006
3229	3898	3431	3200	2098	2386	2245	2536
2386	2245	2148	2799	2654	2654	2517	2736
2066	2698	2665	2420	1846	2879	2356	2207
2342	3133	3185	1981	3187	2801	2483	3531
3400	3436	3300	2600				

n = 100

#### Контрольные вопросы:

1. Какие показатели используют при обработке данных большой выборки?
2. Какие показатели нужны при расчете ошибки средней арифметической?
3. От чего зависит статистическая ошибка?

#### Занятие 11. Определение достоверности разности между средними арифметическими двух выборок

**Цель занятия.** Изучить методы установления достоверности при сравнении двух групп или пород животных и уровня вероятности полученной разности.

**Методические указания.** Во многих производственных и научных исследованиях возникает необходимость сравнивать между собой животных различных групп или пород и многие данные друг с другом.

Методом таких сравнений является определение разности между величинами признаков.

При этом сравнение проводят по величинам средних арифметических. Обозначается разность буквой «d» и находится по формуле:

$$d = X_2 - X_1 \text{ или } X_1 - X_2,$$

от большей средней арифметической вычитается меньшая,

где X - средняя арифметическая для T группы или породы;

X<sub>2</sub> - средняя арифметическая для 2 группы или породы.

Чтобы определить степень точности найденной разности выборочных средних арифметических, рассчитывают критерий достоверности разности.

Для большинства производственных опытов и биологических работ разность считается достоверной, если она превышает свою собственную ошибку в два и более раз.

Математически это выражается формулой:

$$td = \frac{d}{md},$$

где td - критерий достоверности разности;

md - ошибка разности.

Ошибка разности определяется по формуле:

$$md = \sqrt{m_{x1}^2 + m_{x2}^2}.$$

Так как  $d = X_2 - X_1$ , то формула критерия достоверности разности равна:

$$td = \frac{X_2 - X_1}{\sqrt{m_{2x1} + m_{2x2}}}.$$

### Пример 1:

- средний удой коров красной степной породы

$$X_1 \pm m_x = 3000,0 \text{ кг} \pm 40,0 \text{ кг};$$

- средний удой коров швицкой породы

$$X_2 \pm m_{x2} = 2600,0 \text{ кг} \pm 30,0 \text{ кг}.$$

Установить разность в удое коров этих пород и ее достоверность:

$$td = \frac{X_2 - X_1}{\sqrt{m_{2x1} + m_{2x2}}} = \frac{3000 - 2000}{\sqrt{40,02 + 30,02}} = \frac{400}{\sqrt{1600 + 900}} = \frac{400}{50} = 8$$

**Вывод:** Коровы красной степной породы по удою превосходят швицкую на 400 кг. Превосходство это статистически достоверно, при  $td = 8$ . Это дает право данные, полученные на выборочном обследовании, распространить на всех остальных животных данного стада.

Полученное значение  $td$  можно сравнить со стандартным значением критерия  $t_{st}$  по таблице Стьюдента и определить вероятность безошибочного прогноза - P.

Уровень вероятности (P) указывает на вероятность безошибочного прогноза. Выделяют три уровня вероятности:

$$P_1 = 0,95; P_2 = 0,99; P_3 = 0,999.$$

Вероятность  $P_1 = 0,95$  (или 95%) показывает, что из 100 повторений или опытов в 95 будет получено установленное превосходство.

Вероятность  $P_2 = 0,99$  показывает, что из 100 повторений будет получено превосходство в 99 случаях, а  $P_3 = 0,999$  - из 1000 обследований в 999.

При уровне вероятности  $P_\sigma = 0,90$  разница считается статистически недостоверной. Это значит, что по выборочной разности нельзя судить о генеральной, т.е. полученные данные не могут характеризовать генеральную совокупность.

При определении уровня вероятности пользуются формулой:

$$td \geq t_{st},$$

где  $t_{st}$  - стандартное значение критерия, определяемое по таблице Стьюдента для каждого уровня вероятности в зависимости от степеней свободы. Число степеней свободы  $v$  (ню) определяется по формуле:

$$v = v_1 = v_2 - 2,$$

где n - число вариантов в I группе, породе;

n - число вариантов во 2 группе, породе.

**Пример 2.** Сравнить по живой массе индеек двух пород:

$$1. X_1 \pm m_{x1} = 4,1 \pm 0,1, \quad n_1 = 100 \text{ гол.}$$

$$2. X_2 \pm m_{x2} = 4,7 \pm 0,1, \quad n_1 = 100 \text{ гол.}$$

Установить разность в живой массе и ее достоверность

$$td = \frac{X_2 - X_1}{\sqrt{m_2 \times 1 + m_2 \times 2}} = \frac{4,7 - 4,1}{\sqrt{0,12 + 0,12}} = \frac{0,6}{\sqrt{0,02}} = \frac{0,6}{0,14}$$

Находим по таблице Стьюдента:

$$td = \begin{cases} P_1 = 0,95 & P_2 = 0,99 & P_3 = 0,99 \\ 2,0 & 2,6 & 3,3 \end{cases}$$

А у нас  $td = 4,3$ , значит, можно сделать вывод, что превосходство индекса второй породы статистически достоверно при  $P = 0,999$ .

Стандартные значения критерия ( $td$ ) по Стьюденту			
число степеней свободы	вероятность, P		
	0,95	0,99	0,999
1	12,7	63,7	63,7
2	4,3	9,9	31,6
3	3,2	5,8	12,5
4	2,8	4,6	8,6
5	2,6	4,0	6,9
6	2,4	3,7	6,0
7	2,4	3,5	5,3
8	2,3	3,4	5,0
9	2,3	3,3	4,8
10	2,2	3,2	4,6
11	2,2	3,1	4,4
12	2,2	3,1	4,2
13	2,2	3,0	4,1
14-15	2,1	3,0	4,1
16-17	2,1	2,9	4,0
18-20	2,9	2,9	3,9
21-74	2,1	2,8	3,8
25-28	2,1	2,8	3,7
29-30	2,0	2,8	3,7

Стандартные значения критерия ( $td$ ) по Стьюденту			
число степеней свободы	вероятность, P		
	0,95	0,99	0,999
31-34	2,0	2,7	3,7
35-42	2,0	2,7	3,6
43-62	2,0	2,7	3,5
63-175	2,0	2,6	3,4
176-00	2,0	2,6	3,3

**Задание.** Установить разницу в живой массе ярок советской мясошерстной породы, дочерей двух баранов-производителей, ее достоверность и уровень вероятности (P), пользуясь следующими данными.

Ярки-дочери барана 284

19,2	29,5	32,7	35,3	38,0	28,8	28,0	29,7	28,9
21,3	28,6	32,8	35,4	38,9	31,5	38,7	32,0	31,9
21,5	29,7	32,3	35,6	39,5	34,9	35,0	35,1	35,2
22,7	28,3	32,6	35,7	39,7	36,5	37,9	27,6	30,8
23,9	28,8	33,1	35,5	39,2	34,4	36,5	27,3	31,7
25,6	29,6	33,2	34,9	39,9	34,5	36,8	27,8	31,5
24,7	28,5	33,4	34,7	40,7	34,6	37,5	29,0	30,2
25,5	27,9	33,6	35,1	41,7	34,7	37,6	27,9	29,9
24,3	28,6	35,7	33,9	41,2	34,8	36,9	25,9	29,5
33,9	34,9	40,9	26,8	30,3	33,9	35,9	43,3	27,1
31,2	34,1	36,0	47,5	25,9	29,9	34,2	36,1	46,9
26,5	31,3	34,3	30,3	37,7	n=104			

Ярки-дочери барана 4279

19,5	32,2	35,3	42,0	21,1	32,5	35,4	42,8
20,9	32,4	35,5	43,9	23,2	32,7	35,6	43,7
26,9	32,6	35,8	44,0	27,7	33,2	36,0	44,7
28,8	33,8	36,5	45,3	29,9	34,0	37,0	45,8
30,0	34,1	37,5	45,4	30,9	34,2	36,8	49,1
31,0	34,3	37,8	31,1	34,4	37,8	31,2	34,5
38,1	31,3	34,6	38,9	31,4	34,7	39,8	31,5
34,8	40,0	31,6	34,9	41,6	31,7	35,0	41,8
31,8	35,1	41,7	31,9	35,2	n = 69		

**Контрольные вопросы:**

1. С какой целью проводится определение разности между средними величинами?
2. Для чего рассчитывают критерии достоверности разности?
3. Что показывает уровень вероятности?

**Литература**

1. Антонова, В. С. Методология научных исследований в животноводстве : учебное пособие / В. С. Антонова, Г. М. Топурия, В. И. Косилов. – Оренбург : Оренбургский ГАУ, 2011. – 246 с. – ISBN 978-5-88838-6354. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/134534>
2. Леонович, А. А. Основы научных исследований / А. А. Леонович, А. В. Шелоумов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 124 с. – ISBN 978-5-507-47900-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/332117>
3. Малявко, И. В. Современные методы и основы научных исследований в животноводстве / И. В. Малявко, Л. Н. Гамко, В. А. Малявко [и др.]. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 180 с. – ISBN 978-5-507-47041-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/322493>
4. Скворцова, Л. Н. Основы научных исследований: Учебное пособие для вузов <https://reader.lanbook.com/book/351959#98>

## Содержание

Введение .....	3
РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ПОСТАНОВКИ ЗООТЕХ- НИЧЕСКИХ ОПЫТОВ .....	4
Занятие 1. Основные правила и методы постановки зоо- технических опытов .....	4
Занятие 2. Составление групп животных для опытов .....	7
РАЗДЕЛ 2. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ БИОМЕТРИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ .....	15
Занятие 3. Построение вариационного ряда .....	15
Занятие 4. Свойства средних параметров варьирующего признака .....	18
Занятие 5. Средняя арифметическая .....	22
Занятие 6. Среднее квадратическое отклонение .....	25
Занятие 7. Коэффициент изменчивости .....	27
Занятие 8. Коэффициент корреляции для малых выборок ...	28
Занятие 9. Коэффициент корреляции для больших выборок	32
Занятие 10. Ошибка средней арифметической .....	37
Занятие 11. Определение достоверности разности между средними арифметическими двух выборок .....	41
Литература .....	47

---

Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Подписано в печать 16.05.2024 г. Бумага писчая. Печать трафаретная.  
Бумага 60x84 1/16. Усл. печ. л. 3. Тираж 20. Заказ 25.

---

362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.  
Типография ФГБОУ ВО Горский ГАУ