



Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»

Кафедра «Разведение и кормление
сельскохозяйственных животных»

Биометрия

Методические указания и рабочая тетрадь для лабораторных занятий

Фамилия И.О. студента _____
Группа _____
Курс _____
Форма обучения _____
Шифр _____

Кинель
РИЦ СГСХА
2014

УДК 575(07)
ББК 575
3-62

Зимин, Г. Я.

З-62 Биометрия : методические указания и рабочая тетрадь для лабораторных занятий / Г. Я. Зимин, Е. С. Зайцева. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2014. – 96 с.

В учебном издании изложены биометрические методы, наиболее широко используемые в животноводстве, в частности, в генетике и разведении сельскохозяйственных животных; особое внимание уделено анализу изменчивости, взаимосвязи, наследуемости признаков, оценке устойчивости животных к болезням.

Методические указания и рабочая тетрадь предназначены для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 111100.62 «Зоотехния» и 111801.65 «Ветеринария».

Введение

Изменчивость и наследственность различных признаков животных изучают разными методами. Одним из них является математический метод – *биометрия*, основу которого составляют приемы вариационно-статистического анализа материалов. Биометрия основывается на анализе массовых данных, на законе больших чисел и теории вероятности.

Объектом биометрии служит варьирующий признак, учтенный в группе особей, имеющий достаточную численность и являющейся однородной по ряду признаков. Например, если исследуют такой основной признак, как продуктивность, то животные, включенные в группу для изучения, должны быть одного вида, возраста, одной породы и находиться в аналогичных условиях кормления и содержания.

Варьирующий признак принято обозначать буквой *х* (*х*). Варьирование признака у особей однородной группы обусловлено, с одной стороны, различиями в их наследственности, а с другой – влиянием внешних и внутренних факторов. Все эти факторы создают индивидуальную изменчивость организмов по одному или нескольким признакам в пределах даже достаточно однородной группы.

Выбор особей для исследований можно проводить двумя методами. Можно изучать всех особей данного массива или только часть их. В первом случае проводится сплошное изучение; во втором случае – выборочное. В биометрии весь массив особей одной категории называют *генеральной совокупностью*. Генеральная совокупность включает в себя большое число особей (весь вид, всех представителей породы, линии и т.д.). Сплошное изучение генеральных совокупностей в зоотехнии проводят редко, так как это требует большой затраты времени и труда. Обычно изучается небольшая часть генеральной совокупности, называемая *выборкой*. Она должна соответствовать следующим условиям:

- сформирована по принципу случайного отбора, то есть в выборку с равной вероятностью может попасть каждая особь генеральной совокупности; предвзятость при отборе особей для выборки делает результаты выборочного исследования недостоверными для характеристики генеральной совокупности;
- доступна для изучения; объем выборки может быть любым, он определяется задачами эксперимента;
- характеризовать всю генеральную совокупность; группы животных, выделенные не для характеристики всей генеральной совокупности (например, на выставку), не могут быть использованы в качестве выборки.

Важным требованием к выборке является ее репрезентативность, то есть правильное соотношение структуры генеральной совокупности. Достигается репрезентативность случайным отбором животных в выборку из генеральной совокупности.

Животные, входящие в исследуемые группы, характеризуются определенными признаками. Признаки, степень выраженности которых принято оценивать путем измерения или подсчета, называют количественными. К ним

относятся удои, содержание жира в молоке, содержание белка в молоке, живая масса, среднесуточный прирост, настриг шерсти, яйценоскость и т.д. Признаки, которые устанавливаются описательным путем, называют качественными. Они могут иметь два и более состояний.

Например, пол животных – мужской или женский; скот комолый или рогатый; состояние животного – больное или здоровое; масть – черная, черно-пестрая, красная и т.д. Качественные соотношения признаков характеризуются прерывистой изменчивостью. Например: соотношение, мужских и женских особей 1:1; черных и черно-пестрых 3:1.

Количественные признаки имеют более сложный характер расщепления, их развитие обусловлено многими полимерными генами. При действии на количественный признак двух пар полимерных генов расщепление по фенотипу 1:4:6:4:1, при действии трех пар генов – 1:6:15:20:15:6:1. Чем больше полимерных генов определяют развитие количественного признака, тем сложнее характер расщепления. В таких случаях для оценки изменчивости и наследования количественных признаков используют биометрические параметры:

- средние величины (средняя арифметическая, средняя взвешенная, средняя геометрическая, средняя гармоническая, мода, медиана и др.);
- показатели изменчивости (среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации, нормированное отклонение и др.);
- показатели связи между признаками (коэффициент корреляции, коэффициент регрессии, корреляционное отношение и др.);
- показатели соответствия выборочных данных параметрам генеральной совокупности (ошибки репрезентативности, критерий достоверности выборочных показателей, критерий достоверности разности, критерий соответствия);
- коэффициент наследуемости;
- коэффициент повторяемости.

Число особей в выборке обозначается буквой *n*. Если в выборку входит до 30 особей, она называется малой, а если 30 и более – большой. Методы определения биометрических параметров в больших и малых выборках отличаются. Расчеты в больших выборках ведутся путем составления вариационного ряда.

ЗАНЯТИЕ 1. СОСТАВЛЕНИЕ ВАРИАЦИОННЫХ РЯДОВ И ИХ ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ

Цель занятия. Ознакомиться с различными типами распределения признаков, приобрести навыки графического их изображения, научиться определять характер распределения признаков.

Вариационный ряд – это двойной ряд чисел, состоящий из классов и частот. Он показывает, как изменяется признак от минимальной до максимальной величины, какая частота вариантов в каждом классе.

Пример. При изучении черно-пестрой породы по суточному удою составлена следующая выборка (объем выборки $n = 100$):

21,9	21,4	27,7	17,0	12,3	21,7	23,4	25,7	21,2	20,3
23,8	24,1	26,9	21,4	20,7	18,5	22,5	23,0	15,5	25,7
20,1	21,3	15,7	24,8	19,3	22,2	22,9	14,9	26,1	20,5
14,6	27,8	22,4	16,7	22,9	25,3	22,7	19,7	15,2	21,3
22,1	20,5	19,7	24,5	29,6	22,3	19,1	23,5	25,9	17,2
15,5	18,1	23,9	25,4	20,4	13,2	19,6	24,4	18,2	24,8
24,2	20,9	20,1	16,5	20,9	23,2	27,2	21,1	26,3	18,6
17,2	17,8	31,2	25,0	20,7	18,3	23,7	16,1	16,2	21,6
23,0	20,7	25,3	13,9	17,3	21,8	14,1	19,0	21,9	18,7
28,5	21,2	19,9	24,8	22,7	16,4	20,6	23,5	22,2	19,5

Для построения вариационного ряда необходимо:

1) из всей выборки найти максимальную ($\max=31,2$) и минимальную ($\min=12,3$) варианты, и разность между ними ($\max - \min = 31,2 - 12,3 = 18,9$);

2) определить число классов, которое зависит от объема выборки

число вариант	30-60	61-99	100 и более
число классов	6-8	7-8	9-12

Следует подбирать такое число классов, чтобы распределение максимально приближалось к нормальному.

3) определить величину классowego промежутка (K) по формуле:

$$K = \frac{\max - \min}{\text{число классов}}.$$

В данном примере число классов может составлять 9,10,11,12. Из них нужно выбрать такое число, чтобы показатель классowego промежутка был величиной удобной для работы. Его можно округлять

$$K = \frac{31,2 - 12,3}{10} = 1,89 \approx 2.$$

4) Установить границы классов. За нижнюю границу первого класса принимают минимальное значение признака (12,3), округленное до целого числа (12,0). Округления производят не больше чем на величину K в меньшую сторону. К нижней границе первого класса прибавляют величину классowego промежутка (2), находят нижние границы последующих классов. Чтобы

варианта не попадала на границу между двумя классами, определяют верхнюю границу классов. Для этого нижнюю границу каждого класса уменьшают на величину, равную точности измерения признака, в данном случае на 0,1. Уменьшив нижние границы на 0,1 кг получают верхние границы предшествующих классов. Границы первого класса 12,0-13,9; второго – 14,0-15,9 и т.д. Затем определяют середину классов W . Она равна полусумме нижних границ $(12+14):2=13$; $(14+16):2=15$ и т.д.

5) Произвести разnosку вариантов по классам. Для этого составляют таблицу из четырех граф и числа строк, равного числу классов. В первую графу записывают границы классов, во вторую – середины классов, третья служит для разnosки вариантов, в четвертой записывают сумму количества вариантов в каждом классе. Количество вариантов в классе называют частотой и обозначают символом f . Разnosку удобнее проводить с помощью точек и «конвертов».

Таблица 1

Разnosка по классам данных суточного удоя 100 коров

Границы классов	Середина классов, W	Разnosка	Частоты, f
12,0-13,9	13		3
14,0-15,9	15		6
16,0-17,9	17		10
18,0-19,9	19		15
20,0-21,9	21		24
22,0-23,9	23		19
24,0-25,9	25		14
26,0-27,9	27		6
28,0-29,9	29		2
30,0-31,9	31		1

$$\sum f = n = 100$$

Для проверки, не пропущены ли при разnosке отдельные варианты, нужно суммировать все показатели графы «частоты». Их сумма ($\sum f$) должна быть равна общему числу вариантов в выборке (n). В данном примере $\sum f = n = 100$.

В разобранным случае вариационный ряд можно записать следующим образом:

Классы (W)	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31
Частоты (f)	3	7	10	15	24	19	14	6	2	1

Вариационный ряд можно изобразить графически в виде гистограммы или в виде линейной кривой. Для этого, используя систему координат, строят график: на горизонтальной оси (ось абсцисс) откладывают границы классов, на вертикальной (ось ординат) – частоты. Изобразив частоты каждого класса в виде столбиков, получают ступенчатую фигуру, называемую гистограммой.

Во втором случае при пересечении перпендикуляров, восстановленных из значений середины классов с горизонтальными линиями, проведенными из соответствующих их частот, ставят точки, которые затем соединяют линией, называемой вариационной кривой. Вариационная кривая – очень удобный и наглядный способ иллюстрации, особенно в тех случаях, когда на одном гра-

фике желательно изобразить несколько распределений.

В большинстве распределении, с которыми приходится встречаться биологу, проявляется определенная закономерность: крайние значения (наименьшее и наибольшее) появляются редко; чем ближе значение признака к средней величине, тем оно чаще встречается; в центре распределения имеются такие значения, которые встречаются наиболее часто и образуют в вариационном ряду модальный класс. Подобное распределение значений признака так часто встречается в самых различных областях науки и практики, что первоначально принималось за норму всякого массового случайного проявления признаков и в соответствии с этим получило название нормального распределения. В настоящее время нормальным считают распределение, которое следует закону Муавра-Гаусса-Лапласа.

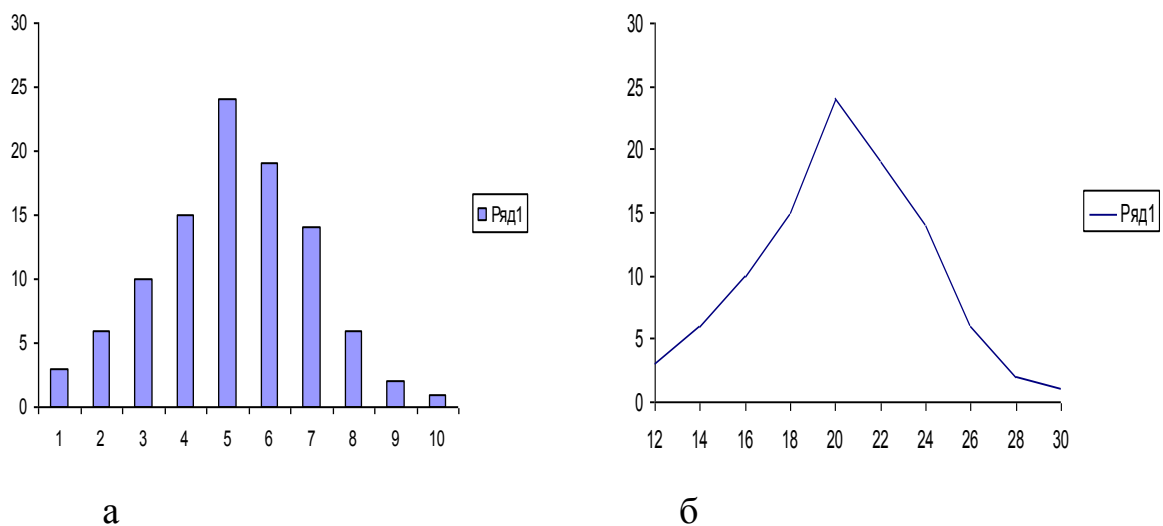


Рис. 1. Графическое изображение вариационного ряда по удою:
а – гистограмма; б – линейная кривая

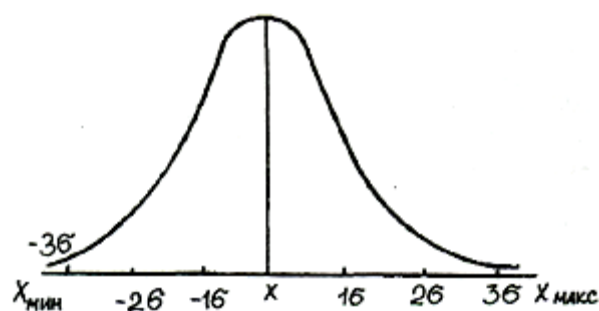


Рис. 2. Нормальное распределение

При нормальном распределении вариационная кривая симметрична к перпендикуляру, опущенному из ее вершины на ось абсцисс. Ветви нормальной кривой подходят к оси абсцисс, не сливаясь с ней.

Частным случаем нормального распределения является биномиальное распределение Бернулли, когда члены совокупности имеют альтернативные признаки.

Распределение Пуассона имеет прерывистый вид и ясно выраженную асимметрию, используется при изучении редких событий (например, появление альбиносов в популяции, появление уродов, мутаций, рождение монозиготных близнецов).

Асимметричное распределение, когда нулевой класс смещен влево или вправо от средней арифметической. В зоотехнической практике смещённость частот наблюдается при выбраковке худших животных. Существует отрицательная асимметрия (рис. 3, а) удлинённая часть кривой находится в левой стороне, и положительная асимметрия (рис. 3, б) удлинённая часть кривой находится в правой стороне.



Рис. 3. Асимметричное распределение

Эксцессивное распределение, когда наблюдается скопление частот в центральных классах. Это скопление образует высокую, пикообразную кривую (положительный эксцесс (рис. 3, а). Может быть отрицательный эксцесс (рис. 3, б), когда кривая имеет уплотнённую вершину или две вершины.

Трансгрессивное распределение заключается в том, что левое крыло одной кривой пересекается с правым крылом другой кривой, то есть часть классов вариационных кривых общая. Чем больше величина общей площади у обеих кривых, тем больше между ними трансгрессия.

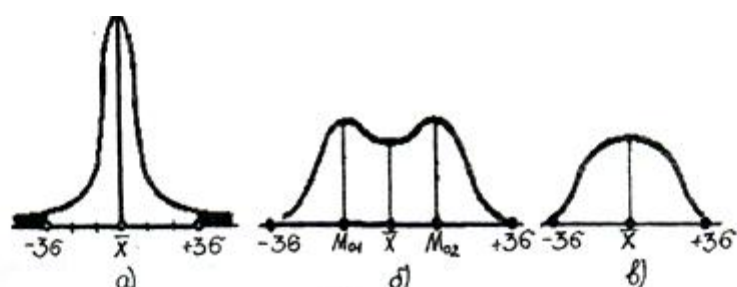


Рис. 4. Эксцессивное и трансгрессивное распределение

ЗАДАНИЕ 1. Составьте вариационный ряд и изобразите его графически по данным содержания жира (%) в молоке коров бестужевской породы.

4,02	4,31	3,61	4,01	4,40	3,75	4,01	4,51	4,05	3,71
4,01	4,05	4,28	3,91	4,21	4,02	3,30	3,80	3,92	4,25
4,01	4,27	3,95	4,28	3,95	4,26	3,81	4,01	4,01	3,82
4,01	4,11	3,85	4,21	3,90	4,10	4,05	4,15	3,86	4,16
3,83	4,18	3,83	4,20	4,12	4,15	4,13	4,15	4,05	3,99
3,96	4,01	4,11	3,92	4,12	3,95	4,05	4,01	4,05	4,01
4,05	4,03	4,12	4,05	4,03	4,12	4,05	4,12	4,03	4,02
4,12	4,13	4,05	4,03	4,02	4,03	4,02	3,46	3,59	4,02
4,01	4,11								