

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Т.В. Шишкина

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПРОДУКТИВНОСТИ ЖИВОТНЫХ**

Практикум

Пенза 2023

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ

Кафедра «Производство продукции животноводства»

Т.В. Шишкина

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПРОДУКТИВНОСТИ ЖИВОТНЫХ**

Практикум
для магистров, обучающихся
по направлению подготовки 36.04.02 Зоотехния

Пенза 2023

УДК 636.03 (075)
ББК 45 (я 7)
Ш 55

Печатается по решению методической комиссии технологического факультета от 30.10.2023 г., протокол № 5

Рецензент: доктор биологических наук, доцент кафедры «Биология, биологические технологии и ветеринарно-санитарная экспертиза» ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ Г.В. Ильина

Шишкина, Т.В. Биологические основы продуктивности животных: практикум / Т.В. Шишкина. – Пенза: РИО ПГАУ, 2023. Текст: электронный.

1СД (129)

Практикум по дисциплине «Биологические основы продуктивности животных» предназначен для магистров, обучающихся по направлению подготовки 36.04.02 Зоотехния. По отдельным темам курса дан краткий теоретический обзор, приводится разбор решения основных типов задач по разделам курса и представлены задачи для самостоятельного решения.

УДК 636.03 (075)
ББК 45 (я 7)

© ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, 2023
© Т.В. Шишкина, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Определение вероятности наследования качественных признаков.....	6
2 Построение графиков распределения количественных признаков в популяции.....	11
3 Отбор и подбор как факторы динамики генетической структуры популяции.....	19
4 Степенные и структурные средние в оценке количественных признаков.....	28
5 Оценка изменчивости в популяциях.....	34
6 Связи между признаками.....	40
7 Оценка коров молочно-мясных пород по собственной продуктивности.....	45
8 Оценка коров мясных пород по собственной продуктивности...	51
9 Оценка свиней по собственной продуктивности.....	63
10 Линейная система оценки экстерьера коров.....	73
11 Принцип и методология геномной оценки производителей....	91
12 Особенности оценки быков-производителей в мясном скотоводстве.....	96
13 Вычисление коэффициента наследуемости и прогнозирование эффекта селекции.....	114
Литература.....	127

ВВЕДЕНИЕ

Практикум по дисциплине «Биологические основы продуктивности животных» разработан в соответствии с современными требованиями к специалистам, с учетом их квалификационной характеристики на основании действующей учебной программы.

Цель дисциплины «Биологические основы продуктивности животных» – формирование у магистрантов современных глубоких знаний и передовых практических навыков в области научных основ продуктивности сельскохозяйственных животных.

Задачи дисциплины:

- изучение основных биологических и хозяйственно-полезных признаков животных различных видов;
- изучение основных факторов, влияющих на биологические и хозяйственно-полезные признаки животных различных видов.

Практический курс дисциплины тесно связан с лекционным материалом. Для успешного выполнения заданий следует предварительно усвоить разделы теоретического курса по теме занятия. По каждой теме излагается методика проведения занятия. Для проверки знаний обучающихся и умения их применять для решения поставленных задач и способности к самостоятельному анализу по каждой теме разработаны индивидуальные задания.

В процессе выполнения лабораторно-практических занятий обучающиеся должны изучить наиболее важные вопросы, которые им предстоит решать в практической деятельности, приобрести навыки и умения анализа конкретных практических ситуаций и поиска оптимальных их решений.

1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ НАСЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ

Все признаки сельскохозяйственных животных, по которым ведется отбор, делятся на качественные и количественные.

Качественные признаки, как правило, являются простыми, наследуются по менделевской схеме, и влияние среды на них незначительно. Например, окраска животных, форма гребня у кур, рогатость или комолость у крупного рогатого скота, полиморфные системы белков и ферментов, группы крови, некоторые наследственные уродства и т.д.

Основополагающим методом изучения наследования качественных признаков является метод, разработанный Г. Менделем.

Открытие Г. Менделя можно выразить в форме следующих законов:

1) наследственные факторы находятся у особей парами, но половые клетки получают только один фактор из каждой пары (закон расщепления);

2) наследственные факторы комбинируются случайно, как при образовании половых клеток, так и при оплодотворении (закон комбинирования).

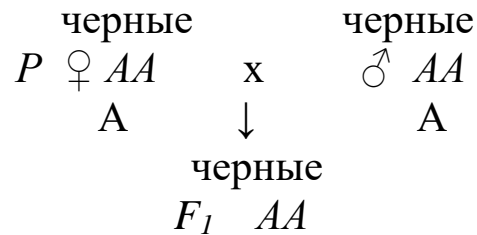
При изучении простого наследования берется во внимание только одна пара альтернативных признаков, которыми отличаются родители друг от друга.

Пример 1. В хозяйстве № 1 при скрещивании черных коров с черным быком всегда получали черных телят. В хозяйстве № 2 скрещивание красных коров с красным быком давало только красных животных. При осеменении красных коров хозяйства № 2 спермой черного быка хозяйства № 1 получили телят черной окраски. Разведение этих телят «в себе», т.е. скрещивание телок с бычками первого поколения (F_1), дало четверть потомков красных и три четверти черных.

Поскольку в хозяйстве № 1 всегда появлялись черные, а в хозяйстве № 2 – красные телята, можно сделать заключение о том, что и те и другие животные гомозиготны. На основании появления черных телят при скрещивании черного быка с красными коровами следует признать доминирование черной окраски над красной.

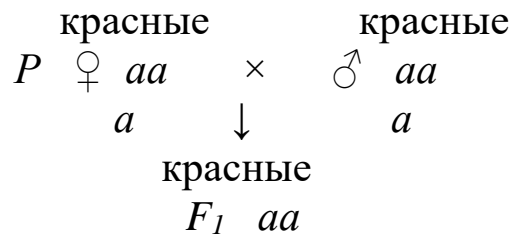
Обозначим: A – ген черной масти, a – ген красной масти.

Хозяйство № 1



Все последующие поколения будут иметь черную масть.

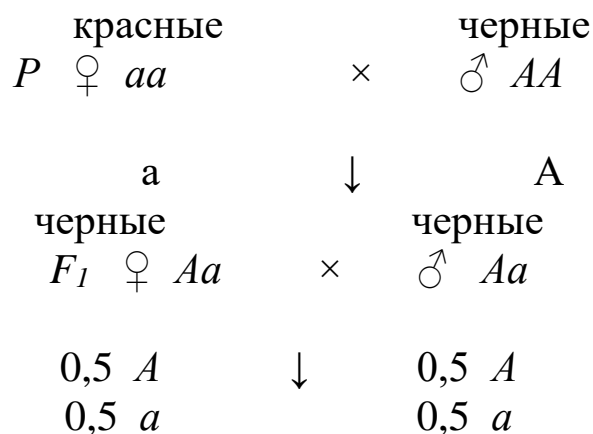
Хозяйство № 2



И в этом случае все последующие поколения будут иметь красную масть.

Рассмотренные два примера скрещиваний сходны в том, что в скрещивание вступают одинаковые гомозиготы (доминантные в первом и рецессивные во втором случае). Потомство полностью повторяет генотипы и фенотипы своих родителей. Из этого следует вывод: гомозиготы никогда не дают расщепление в потомстве.

Следует отметить, что гомозиготы всегда продуцируют один тип гамет, а моногетерозиготы (Aa) – гаметы двух типов: A и a с одинаковой вероятностью, равной 0,5. Оплодотворение той или иной яйцеклетки разными сперматозоидами A или a равновероятно. Поэтому необходимо провести всевозможные сочетания гамет животных первого поколения, чтобы получить вероятность появления теленка того или иного генотипа.



$$F_2 \quad \begin{array}{ccc} \text{черные} & & \text{красные} \\ 0,25 \ AA & : & 0,5 \ Aa & : & 0,25 \ aa \\ 3 & : & 1 \end{array}$$

Удобная форма реализации всех комбинаций была предложена Пеннетом. В верхней горизонтальной графе решетки Пеннета выписывают вероятные типы сперматозоидов, в левой крайней графе – вероятные типы яйцеклеток.

Затем в каждую клетку решетки, находящуюся на пересечении соответствующих граф, выписывают гены сперматозоида и яйцеклетки.

Вероятности перемножают и получают вероятность появления генотипа потомка.

Если разные типы гамет образуются с равной вероятностью, то, как правило, эти вероятности не пишут и говорят о соотношении генотипов и фенотипов.

♀	♂	0,5 <i>A</i>	0,5 <i>a</i>
0,5 <i>A</i>		черные 0,25 <i>AA</i>	черные 0,25 <i>Aa</i>
0,5 <i>a</i>		черные 0,25 <i>Aa</i>	красные 0,25 <i>aa</i>

Итак, вероятность появления в F_2 черного теленка равна 0,75 (0,25 *AA* + 0,5 *Aa*), а красного – 0,25.

У многоплодных животных при скрещиваниях такого типа происходит расщепление по генотипу в F_2 – 1 *AA* : 2 *Aa* : 1 *aa*, а по фенотипу $\frac{3}{4}$, несущих доминантный признак (черные) и $\frac{1}{4}$ – рецессивный (красные), т.е. 3:1.

Пример 2. У коров красная масть неполно доминирует над белой. Гетерозиготные животные имеют чалую масть. При скрещивании гетерозиготных чалых коров с чалым быком в F_2 получили шесть красных животных, 18 – чалых и восемь белых.

Требуется определить, соответствуют ли полученные данные ожидаемому расщеплению 1 : 2 : 1, что характерно для моногибридного наследования и взаимодействия аллельных генов по типу неполного доминирования.

Выполним схему наследования масти у коров:

	чалые			чалые	
F_1	♀	Aa	х	♂	Aa
	0,5	A	↓	0,5	A
	0,5	a		0,5	a
	красные			чалые	
F_2	0,25	AA	:	0,5	Aa
	1	:		2	:
					1
					белые
					0,25 aa

Рассчитаем теоретически ожидаемые числа красных, чалых и белых животных. Для определения числа красных телят надо общее поголовье животных умножить на ожидаемую частоту, т.е. $(6 + 18 + 8) \times 0,25 = 8$. Количество чалых телят равно $32 \times 0,5 = 16$. Белых – $32 \times 0,25 = 8$.

При анализе результатов скрещивания постоянно существует необходимость в оценке степени соответствия фактических данных теоретически ожидаемым для решения вопроса о генетической детерминации признаков. Это достигается с помощью критерия χ^2 (хи-квадрат).

Вычисляют критерий χ^2 по формуле:

$$\chi^2 = \frac{\sum (A - B)^2}{B}, \quad (1)$$

где A – фактически наблюдаемые частоты;

B – теоретически наблюдаемые частоты.

При сопоставлении фактических результатов с теоретически ожидаемыми исходят из нулевой гипотезы (H_0), которая предполагает имеющиеся различия в сравниваемых результатах случайными.

Принимая H_0 , различия относят в разряд случайных; отвергая H_0 – ставят под сомнение гипотезу теоретически ожидаемых результатов.

Вычисленные значения χ^2 сравнивают с табличными значениями (таблица 1).

Таблица 1 – Стандартные значения критерия χ^2

Число степеней свободы	Уровень значимости, %			Число степеней свободы	Уровень значимости, %		
	5,0	1,0	0,1		5,0	1,0	0,1
1	3,8	6,6	10,8	6	12,6	16,8	22,5
2	6,0	9,2	13,3	7	14,1	18,5	24,3
3	7,8	11,3	16,3	8	15,5	20,1	26,1
4	9,5	13,3	18,5	9	16,9	21,7	27,9
5	11,1	15,1	20,5	10	18,3	23,2	29,6

Число степеней свободы вычисляют по формуле:

$$\nu = n - 1, \quad (2)$$

где n – количество фенотипических классов.

Если вычисленное значение критерия χ^2 равно или меньше табличного на 5% уровне значимости, то H_0 принимается, тем самым утверждается случайный характер различий между полученными результатами и теоретически ожидаемыми.

Если вычисленное значение критерия χ^2 больше табличного, то H_0 отклоняется и ставится под сомнение, т.е. признается не случайный характер отклонений.

Для вхождения в таблицу необходимо установить число степеней свободы. При оценке расщеплений в гибридологическом анализе число степеней свободы равно числу фенотипических классов, минус единица.

Полученные числа внесем в таблицу 2 и вычислим χ^2 .

Таблица 2 – Вычисление критерия χ^2

Фенотипические классы	Наблюдаемые данные, A	Ожидаемые данные, B	$A-B$	$(A-B)^2$	$\frac{(A-B)^2}{B}$
Красные	6	8	-2	4	0,5
Чалые	18	16	+2	4	0,25
Белые	8	8	0	0	0
Сумма	32	32	0	-	0,75

$\chi^2_{\text{выч.}} = 0,75 < \chi^2_{\text{табл.}} = 6,0$ при $\nu = 3 - 1 = 2$ и 5 % уровне значимости, следовательно, наблюдаемые в примере отклонения от теоретически ожидаемых результатов можно читать случайными. Нулевая

гипотеза (H_0) принимается и признается предложенная схема наследования.

Контрольные задания

1. При скрещивании тонкорунных овец с однородной шерстью с баранами, имеющими неоднородную шерсть в первом поколении получили ягнят с неоднородной шерстью. Во втором поколении было получено 78 ягнят, из которых 52 имели неоднородную шерсть и 26 – однородную. Определить, соответствует ли полученное расщепление по фенотипу 3 : 1 теоретически ожидаемому, характерному для моногибридного наследования и взаимодействия по типу полного доминирования.

2. При скрещивании кур с гребнем бреда (breda – почти без гребня) с нормальными петухами в первом поколении получили 256 цыплят, имеющих нормальный гребень. Во втором поколении – 877, из которых 628 с нормальным гребнем и 249 – с гребнем бреда. Определить, соответствует ли полученное расщепление по фенотипу 3 : 1 теоретически ожидаемому, характерному для моногибридного наследования и взаимодействия по типу полного доминирования.

3. От скрещивания темных норок с белыми в первом поколении получили 92 щенка, имеющих светлую окраску с крестом из пигментированных волос на спине. Во втором поколении получили 416 щенков, из которых 100 – белых, 210 – светлых с темным крестом на спине и 106 темных или стандартных. Определить, соответствует ли полученное расщепление по фенотипу 1 : 2 : 1 теоретически ожидаемому, что характерно для моногибридного наследования и взаимодействия аллельных генов по типу неполного доминирования.

4. При скрещивании коров джерсейской породы с типами гемоглобина A и B с такими же быками было получено 57 особей с гемоглобином типа A и B ; 28 – с гемоглобином типа A и 35 – с гемоглобином типа B . Определить, соответствует ли полученное расщепление по фенотипу теоретически ожидаемому при моногибридном скрещивании по типу кодоминирования (1 : 2 : 1).

2 ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ В ПОПУЛЯЦИИ

При изучении признаков в популяции наблюдаются различные значения, которые встречаются неодинаковое количество раз.

Полученные результаты непосредственного наблюдения или измерения называются *первичными данными*.

Систематизация первичных данных с целью извлечения заключённой в них информации называется *группировкой*. Сгруппированные данные позволяют оценить характер их распределения в совокупности и вычислить различные групповые характеристики: средние, показатели изменчивости, статистические ошибки, показатели связи.

Способы группировки и статистической обработки определяются поставленными целями и характером признаков животных, которые могут быть качественными (масть, половая принадлежность и т.п.) и количественными (число щенков в помете, яйценоскость и т.п. – счетные; промеры животных, их масса и т.п. – мерные).

Наиболее часто используется группировка данных в виде вариационных рядов. *Вариационный ряд* – это двойной ряд чисел, состоящий из обозначения классов и соответствующих частот. Вариационный ряд включает в себя весь первичный материал по измерению признака в группе животных или популяции. Этот материал в вариационном ряду приведен в определенный порядок, который дает возможность характеризовать признак.

Для более подробного ознакомления с выравниваем признака, графически строится вариационная кривая в виде кривой, ординаты которой пропорциональны частотам вариационного ряда.

В большинстве распределений, с которыми приходится встречаться при исследовании, проявляется определенная закономерность, где крайние значения (наименьшее и наибольшее) появляются редко, однако, чем ближе значение признака к средней арифметической, тем чаще оно встречается и образует модальный класс. Норма массового случайного проявления признаков получила название *нормальное распределение*.

В любом нормальном распределении число особей со значением признака, превышающем среднюю на 2σ (сигмы), содержится 95,45 % особей; особей с признаками, отличающимися не более

чем на 2,5, – 98,758 %; особей, отличающихся не более чем на 3 сигмы, – 99,730 %. В нормальном распределении можно предвидеть вероятность появления такого значения признака, которое находится в пределах заданных границ. Чаще всего распределение частот у биологических объектов характеризуется нормальным распределением. Если число наблюдений бесконечно большое, то нормальная вариационная кривая имеет следующий вид, представленный на рисунке 1.

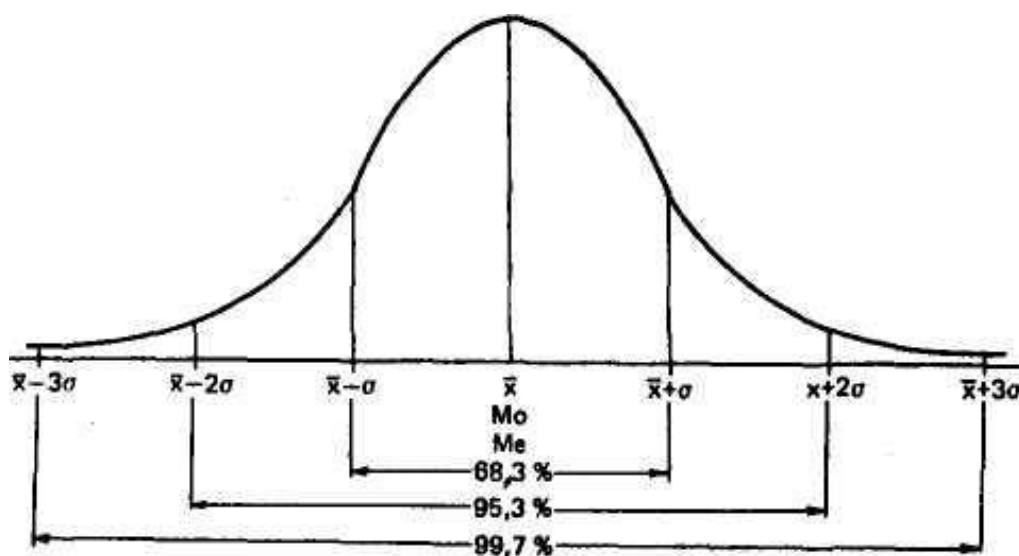


Рисунок 1 – Тип нормальной кривой распределения

На данной основе закономерностей нормального распределения построены приемы определения достоверности выборочных показателей по трем порогам вероятности безошибочных прогнозов (при $P>0,95$, при $P>0,99$ и при $P>0,999$).

Пример 3. Построить вариационный ряд и распределение 50 значений обхвата пясти быков симментальской породы. Систематизировать данные и сделать выводы.

Таблица 3 – Обхват пясти быков симментальской породы, см

21	25	26	23	22
23	24	25	27	24
24	26	23	26	23
26	25	24	24	25
25	24	23	25	23
22	26	24	25	25
23	25	27	25	23
25	23	27	25	25
24	23	26	22	26
26	22	23	24	26

Решение.

1. Найдем и выпишем самое малое и самое большое значения:
 $x_{\min} = 21$ и $x_{\max} = 27$.

2. Запишем все значения по мере возрастания от 21 до 27, т.е. выполним операцию ранжирования и произведем разность данных с первого по пятидесятое значение по порядку. Запишем также число животных в каждом классе значений и их частоты, которые определим делением числа животных в каждом классе на общее число животных.

Таблица 4 – Распределение значений

Значения	21	22	23	24	25	26	27
Число животных, n	1	4	11	9	13	9	3
Частота, P	0,02	0,08	0,22	0,18	0,26	0,18	0,06

Проверим точность вычислений, просуммировав частоты. В итоге должна получиться единица:

$$0,02 + 0,08 + 0,22 + 0,18 + 0,26 + 0,18 + 0,06 = 1,00.$$

Систематизированные данные позволяют сделать следующие выводы: 1) Обхват пясти быков симментальской породы варьирует от 21 до 27 см;

2) Чаще всего встречаются животные с обхватом пясти 25 см (13 быков, или 26 %);

3) 66 % животных имеют обхват пясти 23–25 см.

Характер распределения данных наглядно представляется графиком (рисунок 2).

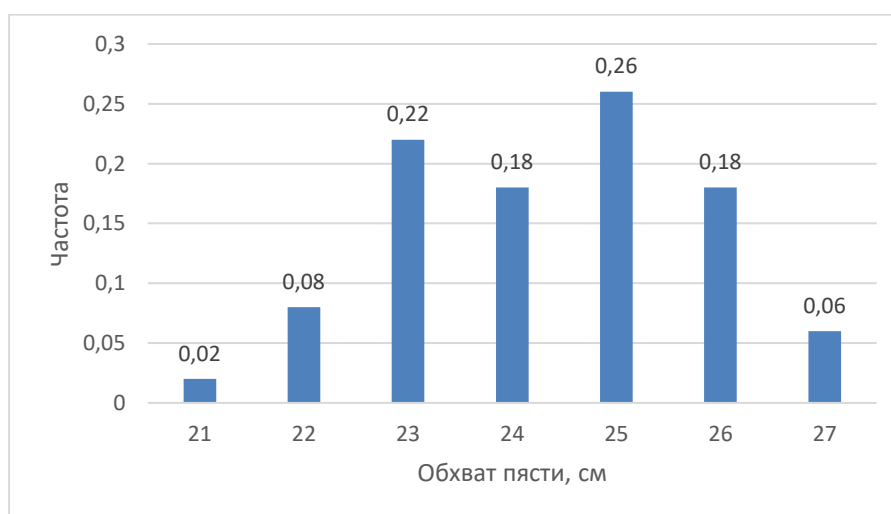


Рисунок 2 – Распределение 50-ти значений обхвата пясти быков симментальской породы

Построенный вариационный ряд для 50-ти значений обхвата пясти быков симментальской породы относится к *безинтервальному ряду*, каждый класс которого представлен одним значением признака. Такие ряды возможны для тех признаков, размах изменчивости которых невелик, а точность измерения достаточно груба.

Пример 4. Если размах изменчивости широк и точность измерения относительно высока, то строят *интервальные вариационные ряды*, когда каждый класс представлен некоторым набором значений (таблица 5).

Таблица 5 – Распределение коров по удою за 305 дней лактации ($n = 500$)

	Класс варьирующего признака, кг										
	3350	3650	3950	4250	4550	4850	5150	5450	5750	6050	6350
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3649	3949	4249	4549	4849	5149	5449	5749	6049	6349	6649
n	3	5	22	50	92	113	108	65	28	8	6
P	0,006	0,010	0,044	0,100	0,184	0,226	0,216	0,130	0,056	0,016	0,012

1) Вначале следует определить объем выборки.

Так, в нашем примере $n = 500$.

В первый класс с удоем от 3350 до 3649 кг включительно попало три коровы, в следующий класс попало пять коров, которые имели удои от 3650 до 3949 кг и т.д.

$(3 + 5 + 22 + 50 + 92 + 113 + 108 + 65 + 28 + 8 + 6 = 500)$.

2) Рассчитать пределы размаха изменчивости значений, лимит – разность между максимальным и минимальным значением:

$$Lim = x_{max} - x_{min} = 6649 - 3350 = 3299 \text{ кг}$$

3) Найти число классов вариационного ряда.

Число классов для больших выборок ($n > 100$) должно быть не менее 7 и не более 12, их оптимальное число можно приблизительно определить по эмпирической формуле:

$$K = 1 + 3,32 \times \lg(n), \quad (3)$$

где n – число объектов в выборке.

$$\lg 500 = 2,7$$

$$K = 1 + 3,32 \times 2,7 = 10.$$

Классный интервал данного вариационного ряда составляет 300 кг:

$$3299 / 10 \approx 300 \text{ кг}$$

Графически вариационный ряд, представленный в таблице 5, изображен на рисунке 3 в виде гистограммы (столбики) и полигона (ломаная линия, соединяющая точки, отражающие середины классов) распределения.

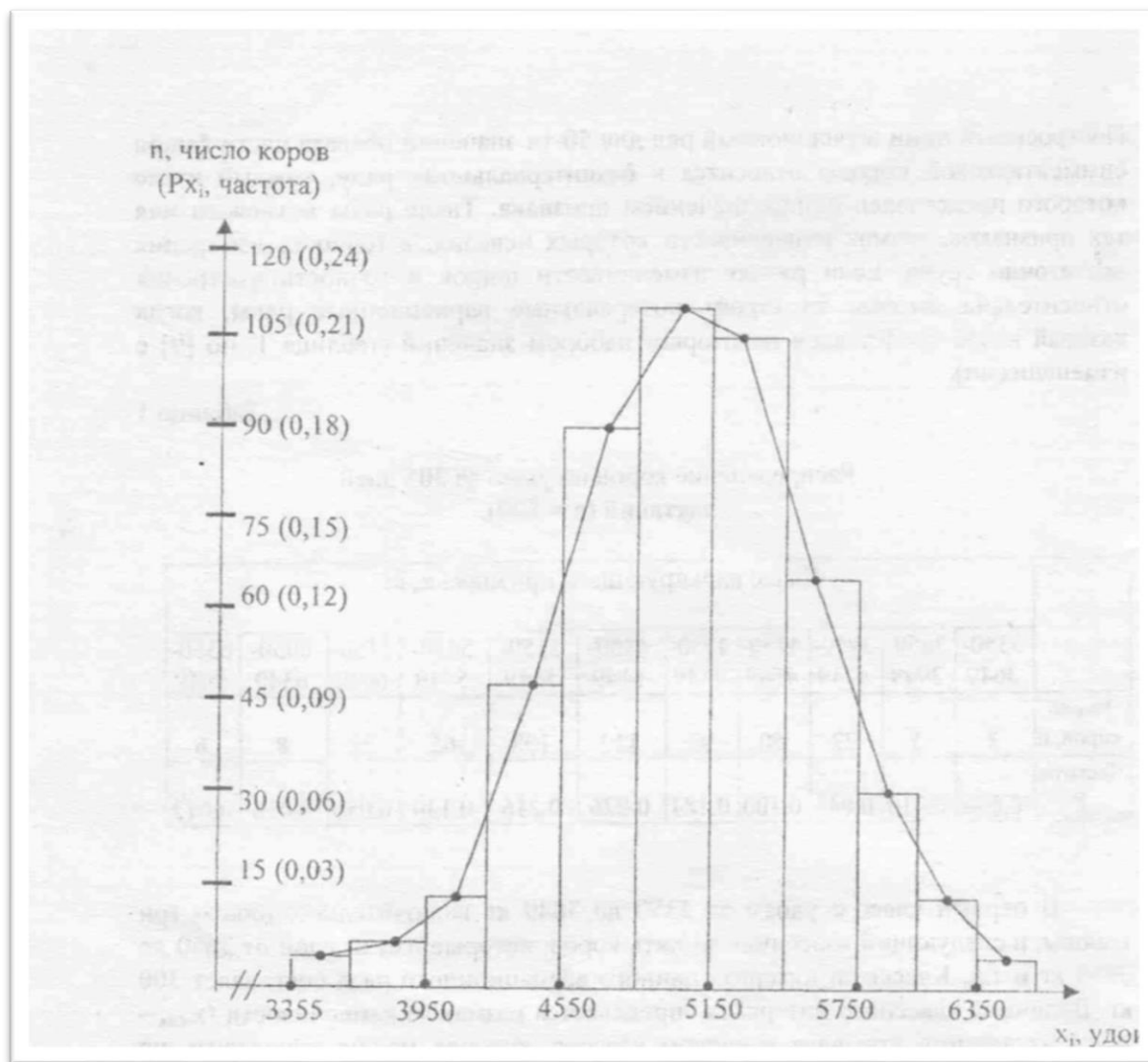


Рисунок 3 – Гистограмма и полигон распределения коров по удою за 305 дней лактации

Выбор той или иной формы представления вариационного ряда остается за исследователем.

Контрольные задания

1. Построить вариационный ряд по настригу шерсти у овец куйбышевской породы (кг):

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

2. Построить вариационный ряд и изобразить его графически по данным содержания жира (%) в молоке 60 коров:

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

3. Построить вариационный ряд и изобразить его графически, используя данные анализов на содержание кальция (мг%) в сыворотке крови группы овец:

12,2	11,5	11,6	11,9	12,2	11,5	11,6	11,8	11,9
12,0	11,8	11,7	11,8	11,7	12,0	11,9	12,1	12,0

4. Построить вариационный ряд и изобразить его графически по данным взвешивания 30 цыплят-бройлеров (г):

1950	1750	1800	1750	1650	1850
1800	1950	1550	1950	1850	1850
1800	2000	1700	1850	1850	1950
1900	2050	2050	1650	2100	1800
1850	1650	1850	2000	1800	1850

5. Построить вариационный ряд и изобразить его графически, используя следующий массив значений яйценоскости кур (за год, шт.):

197	248	207	180	166
213	158	204	193	164
149	290	208	155	219
189	199	152	205	132
295	126	194	238	191
200	218	282	138	200
230	173	140	256	190
183	245	224	260	150
200	185	243	210	178
184	191	210	270	184

6. Построить вариационный ряд и изобразить его графически в виде гистограммы и полигона распределения (вариационной кривой) по результатам взвешивания массы парной туши (кг) при убое свиней:

62,9	63,1	64,7	64,6	63,9	62,3	64,4	67,5	66,3	64,8
56,0	64,0	65,9	65,7	65,0	66,9	65,0	66,2	68,0	65,1
65,3	65,1	65,0	68,8	62,0	65,3	61,8	63,1	67,4	63,2
66,2	66,5	60,0	66,7	61,8	59,3	66,5	63,5	65,7	66,2
66,4	65,6	62,2	67,0	66,9	62,6	64,6	67,6	66,2	58,7
56,0	64,0	65,9	65,7	65,0	66,9	65,0	66,2	68,0	65,1
65,3	65,7	62,4	66,2	64,2	64,5	67,5	70,3	62,8	66,3
65,3	65,1	65,0	68,8	62,0	65,3	61,8	63,1	67,4	63,2
65,3	65,1	65,0	68,8	62,0	65,3	61,8	63,1	67,4	63,2
66,2	66,5	60,0	66,7	61,8	59,3	66,5	63,5	65,7	66,2
66,4	65,6	62,2	67,0	66,9	62,6	64,6	67,6	66,2	58,7

7. Составить вариационный ряд и изобразить его графически по данным плодовитости свиноматок крупной белой породы (гол.):

11	12	14	10	13	13	11	12	10	12
11	14	12	10	11	8	13	13	12	12
16	12	13	14	10	11	11	12	16	13
10	11	14	11	13	10	12	12	13	9
18	12	10	13	12	14	14	11	12	10
15	13	13	16	12	12	12	10	13	13
13	14	12	14	14	14	14	14	12	12
14	12	14	12	15	13	11	12	14	10
12	16	10	12	16	10	13	10	9	11
14	11	11	11	14	11	10	13	11	13

8. Составить вариационный ряд и изобразить его графически по данным промера обхвата груди у кобыл арабской породы (см):

164	180	159	163	165	165	160	160	172	170
190	160	155	172	190	150	165	150	188	170
170	188	180	180	173	189	182	180	158	158
180	173	189	191	161	158	172	177	187	169
185	170	180	183	166	156	180	166	170	163
173	176	159	178	170	163	169	171	162	168
168	168	165	163	185	168	178	182	166	181
181	184	176	169	190	177	172	158	179	159

3 ОТБОР И ПОДБОР КАК ФАКТОРЫ ДИНАМИКИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИИ

Генетическая структура популяции может изменяться под воздействием скрещивания, отбора, мутации, генетико-автоматических процессов и может оставаться неизменной, т.е. находиться в состоянии равновесия.

Генетической структурой популяции называют соотношения (частоты) доминантного и рецессивного аллелей и частоты гомозиготных AA , aa и гетерозиготных Aa генотипов, определяемых в процентах или долях единицы.

Генетическая структура панмиктической популяции, определяемая частотой распределения генотипов, подчиняется закону Харди-Вайнберга.

Закон Харди-Вайнберга дает возможность определить генетическую структуру любой панмиктической популяции.

Формула Харди-Вайнберга легко выводится. Частоту встречаемости гамет с доминантным аллелем A принято обозначать p – pA , частоту встречаемости рецессивного аллеля данного гена – q – qa . Таким образом, частоты данных аллелей в популяции можно выразить формулой: $pA + qa = 1$ (или 100 %). Зная частоту только одного аллеля в популяции, по этой формуле можно определить частоту другого: $pA = 1 - qa$ или $qa = 1 - pA$.

В панмиктической популяции встречаемость гамет равновероятна, поэтому можно установить и частоты генотипов:

♂/♀	pA	qa
pA	p^2AA	$pqAa$
qa	$pqAa$	q^2aa

Суммируя данные о частоте генотипов, образующихся в результате равновероятной встречаемости гамет, Г. Харди и В. Вайнберг вывели формулу частоты генотипов в панмиктической популяции: $p^2AA + 2pqAa + q^2aa = 1$.

Формула Харди-Вайнберга позволяет рассчитать частоты аллелей и генотипов в каждой конкретной панмиктической популяции. При полном доминировании признака можно определить частоту ре-

рецессивного генотипа. Он будет гомозиготен по аллелю $aa - q^2aa$, поэтому можно определить частоту рецессивного аллеля a : $qa = \sqrt{q^2aa}$.

Зная частоту рецессивного аллеля, можно вычислить частоту доминантного аллеля: $pA = 1 - qa$; частоту доминантного гомозиготного генотипа: $p^2AA = (pA)^2$; частоту рецессивного генотипа: $2pqAa$.

Породы сельскохозяйственных животных отличаются от панмиктических и природных популяций тем, что они созданы трудом человека и размножаются в рамках целенаправленного отбора и подбора.

Любые типы скрещивания способствуют образованию гетерозиготных генотипов и включению в популяцию новых аллелей и генотипов. При этом происходит изменение частот аллелей, меняется структура генотипов и их соотношение, повышается комбинативная изменчивость, особенно при скрещивании контрастных между собой пород. Например, при поглотительном скрещивании, когда помесных самок каждого поколения спаривают с производителем улучшающей породы, концентрация генов этой породы у помесей увеличивается, а частота генов улучшаемой породы уменьшается.

При скрещивании животных разных пород или видов потомство первого поколения всегда характеризуется гетерозиготностью по ряду признаков. Такие особи обычно представляют ценность как пользовательные животные или как материал для выведения новой породы. Помеси первого поколения, являясь гетерозиготными, отличаются повышенной жизнеспособностью, более высокой продуктивностью (явление гетерозиса).

Пример 5. В Пензенской области в течение ряда лет используется поглотительное скрещивание между животными черно-пестрой и голштинской пород. Эти породы различаются по частоте аллелей и генотипов. Рассмотрим схему данного скрещивания на примере одной пары аллелей. Допустим, что в популяции черно-пестрого скота частота гена $A = 0,3$; частота гена $a = 0,7$; в голштинской породе $pA = 0,8$; $qa = 0,2$.

Определим генетическую структуру для каждой породы с учетом данных частот аллелей:

$$\begin{aligned} &\text{для черно-пестрого скота} \\ &0,09 AA + 0,42 Aa + 0,49 aa = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{для голштинского скота} \\ &0,64 AA + 0,32 Aa + 0,04 aa = 1 \end{aligned}$$

Частоты генотипов в первом поколении будут следующие:

♂ голштинская ♀ черно-пестрая	0,8 A	0,2 a
0,3 A	0,24 AA	0,06 Aa
0,7 a	0,56 Aa	0,14 aa

Генетическая структура F_1 будет

$$0,24 AA + 0,62 Aa + 0,14 aa = 1$$

При этом можно отметить, что в первом поколении резко возросла гетерозиготность.

Далее продолжается скрещивание помесей F_1 с быками голштинской породы $p A = 0,8; q = 0,2$.

Помеси первого поколения (F_1) дадут следующие гаметы:

$$0,24 A + 0,31 A = 0,55 A$$

$$0,14 a + 0,31 a = 0,45 a$$

♂ голштинская ♀ F_1	0,8 A	0,2 a
0,55 A	0,44 AA	0,11 Aa
0,45 a	0,36 Aa	0,09 aa

Генетическая структура помесей второго поколения (F_2) будет следующая: $0,44 AA + 0,47 Aa + 0,09 aa = 1$.

К четвертому-пятому поколению структура приблизится к структуре голштинского скота.

Целью племенной работы является создание популяций (стад) животных, имеющих вполне определенную генетическую структуру. Под генетической структурой понимается соотношение в ней животных разных генотипов. Суть селекционной работы заключается в изменении генетической структуры той или иной популяции. Это положение может быть проиллюстрировано для качественных признаков. Основным в задачах популяционной генетики является определение частоты генов и генотипов в популяциях. Наиболее простой класс задач тот, когда удастся фенотипически различать разные генотипы. В таком случае частота каждого генотипа определяется как частное от деления числа особей данного генотипа или фенотипа на общее число особей популяции.

Формула для расчета имеет следующий вид:

$$p = \frac{n}{N}, \quad (4)$$

где p – частота генотипа;

n – число особей определенного генотипа;

N – число всех особей популяции.

Частоту генов при диаллельных скрещиваниях определяют по формулам:

$$pA = \frac{n_1 + 0,5 n_3}{N} \quad (5) \quad \text{и} \quad qA' = \frac{n_2 + 0,5 n_3}{N}, \quad (6)$$

где pA – частота аллеля A ;

qA' – частота аллеля A' ;

n_1 – число особей генотипа AA ;

n_2 – число особей генотипа $A'A'$;

n_3 – число особей генотипа AA' ;

N – общее число особей в популяции.

Сумма частот аллелей A и A' равна единице, т.е. $pA + qA' = 1$.

В том случае, когда гомозиготы и гетерозиготы фенотипически неразличимы (полное доминирование), частоты генов и генотипов определяются с помощью формулы Харди-Вайнберга, которая справедлива лишь для идеальной популяции.

Основные условия идеальной популяции таковы: популяция должна быть бесконечно большой, панмиктической, т.е. без ограничений в скрещиваниях, без давления отбора и мутаций, без миграции генов, с одинаковой жизнеспособностью всех типов гамет и генотипов.

Пример 6. У крупного рогатого скота черная масть доминирует над красной. Доминирование полное и признак наследуется моногенно. Определить частоты генов A (черная масть) и a (красная масть) и частоты всех генотипов, зная, что стадо состоит из 84 черных и 16 красных коров по формуле Гарди – Вайнберга.

Решение. Согласно формуле Гарди – Вайнберга частота aa равна 0,04, т.е.

$$q_{aa}^2 = \frac{16}{16 + 84} = 0,16, \quad \text{отсюда} \quad q_a = \sqrt{q_{aa}^2} = 0,4$$

По условию $p_A + q_a = 1$. Тогда $p_A = 1 - q_a = 1 - 0,4 = 0,6$.

Зная частоты аллелей легко определить частоты генотипов:

частота доминантных гомозигот равна:

$$p_{AA}^2 = 0,6^2 = 0,36 \text{ (36 \%)},$$

т.е. в стаде доминантных гомозигот будет 36 %;

частота доминантных гетерозигот равна:

$$2 P_q Aa = 2 \times 0,6 \times 0,4 = 0,48 \text{ (или 48 \%)},$$

т.е. в стаде доминантных гетерозигот будет 48 %.

$$P_A = 0,6, q_a = 0,4$$

$$\text{структура стада: } 0,36 AA + 0,48 Aa + 0,16 aa$$

Вторым этапом в популяционных задачах является определение динамики генетической структуры под влиянием разных факторов. Наиболее существенными в сельскохозяйственной практике является отбор и ограничения в скрещиваниях.

Рассмотрим в следующих примерах.

Пример 7. Имеется стадо животных следующей генетической структуры: $0,36 AA + 0,48 Aa + 0,16 aa$. Проследим, к чему приведет отбор против доминантного и рецессивного гена, причем из воспроизводства будут исключены все организмы, являющиеся носителями не нужного нам гена.

Решение. В данной популяции имеются доминантные фенотипы AA и Aa . Все оставшиеся животные однородны, как по желательному фенотипу, так и по генотипу, т.е. – aa .

Убирать из популяции рецессивный ген можно лишь выбраковывая гомозигот aa . Сохраняться в популяции рецессивный аллель будет за счет гетерозигот Aa , т.к. эти животные по фенотипу невозможно отличить от гомозигот AA . С какой же скоростью будет происходить снижение концентрации аллеля a в популяции?

$$F_0 \quad 0,36 AA + 0,48 Aa + 0,16 aa$$

После выбраковки рецессивов в F_0 необходимо пересчитать соотношение в популяции доминантных гомо- и гетерозигот:

$$AA - 0,36 / 0,84 = 0,43 \quad \text{и} \quad Aa - 0,48 / 0,84 = 0,57$$

Таким образом, структура популяции в нулевом поколении после выбраковки рецессивов будет:

$$F_0 \quad 0,43 AA + 0,57 Aa$$

Чтобы получить генетическую структуру популяции следующего поколения, необходимо определить частоты гамет и Aa после выбраковки. Генотипы AA продуцируют гаметы одного типа A , и их частота будет равна частоте генотипов – 0,43. Генотипы Aa продуцируют половину гамет A и половину a с частотами 0,285 (0,57/2).

Исходя из этого,

$$P_A = 0,43 + \frac{1}{2} \times 0,57 = 0,715,$$

$$q_a = \frac{1}{2} \times 0,57 = 0,285.$$

Определим структуру популяции в первом поколении.

♂ / ♀	0,715 A	0,285 a
0,715 A	0,511 AA	0,204 Aa
0,285 a	0,204 Aa	0,081 aa

$$\text{т.е. } F_1 \quad 0,511 AA + 0,408 Aa + 0,081 aa$$

Выбракуем рецессивов и повторим расчеты, аналогичным рассмотренным ранее.

$$AA - 0,511 / 0,919 = 0,556$$

$$Aa - 0,408 / 0,919 = 0,444$$

Получим после выбраковки рецессивов популяцию в первом поколении следующей структуры:

$$F_1 \quad 0,556 AA + 0,444 Aa$$

Определим частоты в данной популяции

$$P_A = 0,556 + \frac{1}{2} \times 0,444 = 0,778$$

$$q_a = \frac{1}{2} \times 0,444 = 0,222$$

Определим структуру популяции во втором поколении.

♂ / ♀	0,778 A	0,222 a
0,778 A	0,605 AA	0,173 Aa
0,222 a	0,173 Aa	0,049 aa

т.е. $F_2 \quad 0,605 AA + 0,346 Aa + 0,049 aa$

Вывод. Отбор против рецессивного гена затруднен тем, что скрывается у гетерозигот. Полностью рецессивный ген может быть исключен из популяции только в результате выбраковки и гетерозигот, которые могут быть определены при индивидуальном анализе в анализирующем скрещивании.

Пример 8. Имеется стадо коров, имеющая следующую генетическую структуру: $0,36 AA + 0,48 Aa + 0,16 aa$. Определить, как изменится структура популяции коров после одного цикла репродукции при осеменении всех коров спермой одного быка генотипа aa .

Решение. Частоты гамет коров в F_0 будут $P = 0,36 + \frac{1}{2} \times 0,48 = 0,6$ и $q = 0,16 + \frac{1}{2} \times 0,48 = 0,4$.

Частота гамет быка во всех поколениях будет одной и той же (по условию задачи) – $q = 1$. Следовательно структура популяции телок в F_1 будет – $0,6 Aa + 0,4 aa$.

σ / ϕ	$1 a$
$0,6 A$	$0,6 Aa$
$0,4 a$	$0,4 aa$

Чтобы рассчитать генетическую структуру женской части популяции одного цикла воспроизводства, необходимо сделать следующие допущения: все осеменения были плодотворны, не наблюдалось отходы животных, в F_1 появилось 50 % телок и 50% бычков. Учитывая последнее условие, а именно, что матерей в два раза больше, чем дочерей определим генетическую структуру коров и телок суммарно: $0,36 \times 2/3 AA + 0,48 \times 2/3 Aa + 0,6 \times 1/3 Aa + 0,16 \times 2/3 aa + 0,4 \times 1/3 aa$

Выполним сложение животных одинаковых генотипов и окончательное решение будет иметь вид:

$$0,24 AA + 0,52 Aa + 0,24 aa$$

Вывод. Ограничение в скрещиваниях является не столь могучим фактором изменения генетической структуры популяции как сбор.

На практике, как правило, используют как отбор так и подбор животных для скрещивания. Кроме того, далеко не всегда интенсивность отбора равна единице, поэтому, что эти обстоятельства усложняют расчет динамики генетической структуры популяции.

Контрольные задания

1. У норок темный мех неполно доминирует над белым. На звероводческой ферме находится 500 норок с темным мехом, 80 – с белым мехом и 600 – кохинуровых (светлый мех с черным крестом на спине). Требуется определить частоты генов A (темная масть), A' (белая масть) и частоты всех генотипов.

2. У крупного рогатого скота черная масть доминирует над красной. В хозяйстве находится 168 черных и 32 красные коровы. Требуется определить частоты генов a (черная масть) и a (красная масть), и частоты всех генотипов.

3. У крупного рогатого скота шортгорнской породы было установлено следующее расщепление по масти: 4169 красных, 3780 чалых и 756 белых особей. Красная масть обусловлена геном R , белая – геном r . У гетерозигот формируется чалая масть. Определите частоту фенотипов, концентрацию генов R и r и структуру популяции по генотипам.

4. У мериносов было обнаружено появление ягнят с наследственной формой нарушения функции щитовидной железы (зоб). Зобатые ягнята очень чувствительны к холоду. Значительная часть из них гибнет в течение первого года жизни. В отаре мериносовых овец среди 936 ягнят 50 были зобатые. Какой будет структура популяции в следующем поколении при условии случайного спаривания фенотипически здоровых животных?

5. Альбинизм у овец наследуется как аутосомный рецессивный признак. В обследованном стаде среди 1500 особей обнаружили одного альбиноса. Определите частоту альбинизма у овец.

6. У крупного рогатого скота породы шортгорн красная масть не полностью доминирует над белой. Гибриды от скрещивания красных с белыми имеют чалую масть. В районе зарегистрировано 4169 красных животных, 3780 чалых и 756 белых. Определите частоту генов красной и белой окраски.

7. В свободно размножающейся популяции доля особей « AA » равна 0,81. Какая часть должна быть гетерозиготной « Aa »? Вычислите это, используя формулу Харди-Вайнберга.

8. В хозяйстве, разводящем свиней йоркширской породы среди 600 потомков, из которых 325 хрячков, выявили 10 крипторхов (аномалия внутриутробного развития плода, при которой одно или два яичка не опускаются до своего нормального положения в мошонку). Какова вероятность появления хрячков-крипторхов в следующем поколении при условии случайного спаривания фенотипически здоровых животных?

4 СТЕПЕННЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ СРЕДНИЕ В ОЦЕНКЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ

Средней величиной называется статистический показатель, который дает обобщенную характеристику варьирующего признака однородных единиц совокупности в конкретных условиях места и времени. Величина средней дает характеристику всей совокупности и характеризует ее в отношении одного, данного признака.

В биологии используют *степенные и структурные средние*.

Степенными средними являются:

- средняя арифметическая (\bar{x});
- средняя гармоническая (\bar{x}_h);
- средняя квадратическая (\bar{x}_q);
- средняя кубическая (\bar{x}_k);
- средняя геометрическая (\bar{x}_g).

Структурными средними являются

- мода (M_o);
- квантили (P_i).

Средняя арифметическая (\bar{x}) представляет собой среднее слагаемое, при определении которого общий объем данного признака в совокупности данных поровну распределяется между всеми единицами, входящими в данную.

Средняя арифметическая используется наиболее часто и вычисляется по формуле:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x}{n} \quad (7)$$

где $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ – значение варьирующего признака;

$\sum x$ – знак суммирования вариантов от первой до последней;

n – общее число вариантов выборочной совокупности.

Пример 9. Определить среднюю массу пяти бройлеров:
 $x_1=2,1$ кг; $x_2=2,2$ кг; $x_3=2,3$ кг; $x_4=2,4$ кг; $x_5=2,5$ кг.

$$\bar{x} = \frac{2,1 + 2,2 + 2,3 + 2,4 + 2,5}{5} = 2,30 \text{ кг}$$

Если одно и тоже значение встречается в выборке несколько раз, то среднюю арифметическую можно определить по формуле:

$$\bar{x} = \frac{x_1 n_1 + x_2 n_2 + x_3 n_3 + \dots + x_n n_n}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_n}, \quad (8)$$

где n_1 – число животных со значением признака x_1 ;

n_2 – число животных со значением признака x_2 и т.д.

Пример 10. При взвешивании 27 бройлеров были получены следующие результаты (кг): 2,2; 2,4; 2,2; 2,1; 2,3; 2,4; 2,5; 2,3; 2,3; 2,1; 2,5; 2,5; 2,3; 2,4; 2,3; 2,4; 2,2; 2,3; 2,4; 2,4; 2,3; 2,5; 2,3; 2,2; 2,1; 2,4; 2,5. Требуется вычислить среднюю арифметическую.

Для решения задачи можно воспользоваться любой из трёх указанных формул. Порядок построения вариационного ряда представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Определение числа и частоты бройлеров в связи с их массой

Значения, x	$x_1 = 2,1$	$x_2 = 2,2$	$x_3 = 2,3$	$x_4 = 2,4$	$x_5 = 2,5$	Сумма
Разноска	3	4	8	7	5	27

Вычисляем среднюю арифметическую по формуле 8.

$$\bar{x} = \frac{2,1 \times 3 + 2,2 \times 4 + 2,3 \times 8 + 2,4 \times 7 + 2,5 \times 5}{3 + 4 + 8 + 7 + 5} = \frac{6,3 + 8,8 + 18,4 + 16,8 + 12,5}{27} = \frac{62,8}{27} = 2,32 \text{ кг}$$

Средняя гармоническая (\bar{x}_h) – обратная средней арифметической из обратных значений признака. Например, чем выше скорость молокоотдачи, тем меньше тратится времени на выдаивание коровы; чем быстрее бежит лошадь, тем меньше времени тратится на прохождение определенного пути и т. п.

Простая средняя гармоническая вычисляется по формуле:

$$\bar{x}_h = \frac{n}{\sum \frac{1}{x_i}} \quad (9)$$

Пример 11. Пять доярок в течение 60 минут ручным способом надоили следующее количество молока: первая – 10 л, вторая – 20 л, третья – 25 л, четвертая – 30 л, пятая – 20 л. Сколько времени в среднем затрачивает доярка на выдаивание 1 л молока?

Вычислим, сколько молока в среднем надоила доярка за 1 ч.

$$\bar{x}_h = 5: (1 / 10 + 1 / 20 + 1 / 25 + 1 / 30 + 1 / 20) = 5/0,273 = 18,3 \text{ л.}$$

На выдаивание 1 л молока доярка в среднем затратила 3,28 мин. ($60 / 18,3 = 3,28$).

Средняя квадратическая (\bar{x}_q) и средняя кубическая (\bar{x}_k) – является лучшей средней при оценке площадей, а средняя кубическая – объемных признаков. При этом, как правило, измеряют диаметр жировых шариков, клеточного ядра, клеток крови, мышечного «глазка», куриных яиц и т.д. Но необходимо отметить, что анализируемые площади и объемы каких-либо частей животных далеко не всегда строго соответствуют кругу или шару и это вносит дополнительную погрешность в вычисляемые средние, поэтому указанные средние довольно редко используют в зоотехнии.

Средняя геометрическая (\bar{x}_g). Считается, что средняя геометрическая является наиболее точной характеристикой при определении средних темпов роста (средних прибавок веса, увеличения средних линейных размеров тела, прироста численности популяции, относительного прироста стада и т.д.).

Средняя геометрическая вычисляется по формуле:

$$\bar{x}_g = \sqrt[n]{x_1 \times x_2 \times \dots \times x_n} \quad (10)$$

Правильное применение средней геометрической предполагает наличие в динамике геометрической прогрессии. Если это условие нарушается, то средняя геометрическая дает смещенную оценку.

Пример 12. Пример математической обработки динамики живой массы 30 бройлеров при их еженедельном взвешивании (таблица 5). В таблице 5 приведены данные средних арифметических живой массы бройлеров по каждой неделе при их групповом взвешивании.

Среднюю геометрическую можно вычислить с помощью десятичных логарифмов по формуле:

$$\lg \bar{x}_g = \frac{\lg x_1 + \lg x_2 + \dots + \lg x_n}{n-1} = \frac{\sum \lg x_i}{n-1} \quad (11)$$

Таблица 7 – Средняя масса бройлеров при еженедельном групповом взвешивании и расчет величины $\sum \lg x_i$.

Возраст бройлеров, недели	Средняя живая масса, г	Абсолютные недельные прибавки массы, г, x_i	Логарифмы прибавок массы бройлеров, $\lg x_i$
1	189	-	-
2	292	103	2,01284
3	525	233	2,36736
4	821	296	2,47129
5	1121	300	2,47771
6	1408	287	2,45788
7	1696	288	2,45939
Сумма	-	1507	14,24643

$$\lg \bar{x}_g = \frac{14,24643}{7-1} = 2,3744$$

Далее по таблицам логарифмов находим $\bar{x}_g = 237$ г. Таким образом, средняя геометрическая массы бройлеров равна 237 г.

Модой (M_0) называется наиболее часто встречаемая в изучаемой совокупности варианта. Мода весьма удобна для характеристики совокупностей по качественным признакам. Так, например, определив в популяции животных наиболее часто встречаемый фенотип по какому-либо альтернативному признаку (окрашенный – неокрашенный, рогатый – безрогий и т.д.), можно сделать заключение о его доминантном характере наследования. Для некоторых количественных счетных признаков таких, например, как число сосков у свиноматок, мода может быть более информативна, чем средняя арифметическая. Целесообразно среднее значение признака характеризовать модой в случае распределения, отличающегося от нормального.

Пример 13. Подсчет числа сосков у свиноматок дал следующие результаты: 12, 14, 14, 12, 14, 14, 15, 12, 14, 13, 12, 14, 14, 14, 14, 14, 15, 12, 13, 13, 14, 14, 14, 13, 13, 14, 12, 13, 13, 14.
 $n = 30$.

Решение. Систематизируем полученные данные:

Число сосков	12	13	14	15
Число маток	6	7	15	2

По результатам систематизации видно, что $M_o = 14$.

Квантили – такие значения варьирующего признака, которые отсекают определенную часть совокупности.

К ним относятся *медиана* (Me), которая делит совокупность пополам; *квартиль*, отсекающая четверть членов ряда; *дециль*, отделяющая десятую часть совокупности.

Величина, отделяющая сотые доли вариант совокупности, называется *перцентилем*, или *процентилем*, и обозначается P_i .

Пятидесятый процентиль равен медиане $P_{50} = Me$, или пятому децилю, или второму квартилю.

Три квартиля делят вариационный ряд на четыре равночисленные части (кварти), девять децилей – на десять равных частей, 99 процентилей – на 100 равных частей.

В рассмотренном примере 14 число сосков у свиноматок 14 является не только модой, но и медианой, и вторым квартилем, и пятым децилем, и 50 процентилем.

Контрольные задания

1. Определить среднее арифметическое значение живой массы поросят крупной белой породы при рождении по следующим данным (кг): 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5.

2. Определить среднее арифметическое значение по данным содержания жира (%) в молоке коров дойного стада черно-пестрой породы:

4,1	3,7	4,0	3,7	3,8	3,9
4,1	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9
3,7	3,8	3,7	3,8	3,7	3,7

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

3. Три доярки в течение 30 минут надоили ручным способом следующее количество молока: первая – 10 л, вторая – 12 л, третья – 8 л. Сколько времени в среднем затрачивает доярка на выдаивание 1 л молока?

4. Определите среднюю арифметическую, моду, медиану, квантили по массиву значений яйценоскости кур (за год, шт).

197	248	207	180	166
213	158	204	193	164
149	290	208	155	219
189	199	152	205	132
295	126	194	238	191
200	218	282	138	200
230	173	140	256	190
183	245	224	260	150
200	185	243	210	178
184	191	210	270	184

5. Определите среднюю арифметическую, моду, медиану, квантили по данным суточных удоев коров бестужевской породы (кг):

21,9	21,4	27,7	17,7	12,3	21,8	23,4	25,7	21,2	20,2
23,8	24,1	26,9	21,4	20,7	18,5	22,5	23,0	18,5	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

5 ОЦЕНКА ИЗМЕНЧИВОСТИ В ПОПУЛЯЦИЯХ

Основными методами вариационной статистики выявления степени изменчивости признаков между членами данной совокупности, а также установление особенностей в характере распределения особей служат следующие статистические величины:

- 1) *лимиты* – разность в значениях максимального и минимального варианта (V_{max} , V_{min});
- 2) *дисперсия* или *варианса* (σ^2);
- 3) *среднее квадратическое отклонение* или стандартное отклонение (σ);
- 4) *нормированное отклонение* (x или t);
- 5) *коэффициент изменчивости* (C_v).

Лимиты. Самый простой способ определения изменчивости. Он состоит в сопоставлении максимального и минимального значения варьирующего признака у членов данной совокупности. При этом, чем больше разница между этими значениями, тем больше вариативность признака.

Пример 14. В группе коров черно-пестрой породы лимит по показателю содержания жира в молоке равен $V_{max} = 4,0 \%$, а $V_{min} = 3,0 \%$, то изменчивость выражена разностью $V_{max} - V_{min} = 4,0 - 3,0 = 1,0 \%$. В группе коров айширской породы эта разница $V_{max} - V_{min} = 6,5 - 3,5 = 3,0 \%$ жира в молоке. В результате получаем информацию о том, что изменчивость жирномолочности у айширской породы больше, чем в группе коров черно-пестрой породы.

Дисперсия или варианса (σ^2). Дисперсия указывает на степень разнообразия показателя V у членов совокупности.

Пример 15. При измерении годового настрига шерсти у племенных баранов породы советский меринос были получены следующие результаты.

Таблица 8 – Показатели настрига шерсти, кг

№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
8	9	10	7	6

Из данных, характеризующих настриг шерсти пяти баранов можно составить простой вариационный ряд, который даст следующее значение вариантов и их отклонений от средней арифметической.

Таблица 9 – Составление вариационного ряда

Показатель	Баран					Решение
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	
Варианты ряда, V, см	6	9	10	7	8	$M = \Sigma V/n = 40/5 = 8$ см
$V - M$	$6 - 8 = -2$	$9 - 8 = 1$	$10 - 8 = 2$	$7 - 8 = -1$	$8 - 8 = 0$	$\Sigma (V - M) = 0$
$(V - M)^2$	4	1	4	1	0	$\Sigma (V - M)^2 = 10$

Таким образом, мы получили величину дисперсии, выражающую изменчивость признака в данной совокупности.

Дисперсия, измеряющая изменчивость признака, выражает ее через средний квадрат отклонения каждого члена совокупности от средней арифметической данного признака и рассчитывается по следующей формуле:

$$\sigma^2 = \Sigma (V - M)^2 / n, \quad (12)$$

Дисперсия используется в работах по углубленному анализу изменчивости признака и применяется в расчетах при дисперсионном анализе.

Среднее квадратическое отклонение (σ) наиболее распространенная статистическая величина для измерения изменчивости количественных и качественных членов совокупности.

Среднее квадратическое отклонение величина именованная, т.е. имеет определенную единицу измерения изучаемого признака – кг, см, шт. и т.п. и служит основным способом измерения изменчивости.

Среднее квадратическое отклонение может быть получено из значения дисперсии, если из нее извлечь квадратный корень.

Среднее квадратическое отклонение для большой выборки ($n > 30$) рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma (V - M)^2}{n}} \quad (13)$$

Среднее квадратическое отклонение для малой выборки ($n < 30$) рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(V-M)^2}{n-1}} \quad (14)$$

Среднее квадратическое отклонение показывает, насколько в среднем каждый вариант отклоняется от средней арифметической, вычисленной для данной совокупности. Чем больше значение среднего квадратического отклонения, тем больше изменчивость данного признака в совокупности.

Среднее квадратическое отклонение выражают в виде следующей записи: $M \pm 3\sigma$.

Пример 16. В стаде бычков абердин-ангусской породы средняя живая масса равна 800 кг, а изменчивость живой массы выражается $\sigma = 50$ кг.

Исходя из данных, видно, что наибольшая живая масса в данном стаде $M + 3\sigma = 800 + 3 \times 50 = 950$ кг;
наименьшая $M - 3\sigma = 800 - 3 \times 50 = 650$ кг.

Следовательно, весь размах изменчивости живой массы в стаде выразится $V_{min} = 650$ кг и $V_{max} = 950$ кг.

По размаху изменчивости можно рассчитать приближенное значение среднего квадратического отклонения.

Зная, что в пределах лимита содержится шесть сигм, можно вычислить значение одной сигмы.

$$\sigma = \text{лимит} / 6 = (950 - 650) / 6 = 300 / 6 = 50 \text{ кг.}$$

Рассмотрим пример определения среднего квадратического отклонения для малой выборки.

Пример 17. Определить изменчивость плодовитости свиноматок в опыте с применением премикса, если в группе было 10 голов со следующей плодовитостью: 10; 9; 9; 13; 8; 11; 11; 12; 8; 10.

Обработка данных этой выборки приводится в таблице 10.

Таблица 10 – Вычисление σ для малой выборки

№	Плодовитость, V	V^2	$M = \frac{\Sigma V}{n} = \frac{101}{10} = 10,1 \text{ поросенка}$ $\sigma = \sqrt{\frac{\alpha}{n-1}};$ $\alpha = \Sigma V^2 - \frac{(\Sigma V)^2}{n} = 1045 - \frac{101^2}{10} = 24,9$ $\sigma = \sqrt{\frac{24,9}{10-1}} = \sqrt{2,77} = 1,67 \text{ поросенка}$
1	10	100	
2	9	81	
3	9	81	
4	13	169	
5	8	64	
6	11	121	
7	11	121	
8	12	144	
9	8	64	
10	10	100	
$n = 10$	$\Sigma V = 101$	$\Sigma V^2 = 1045$	

Обработка выборки заключается в составлении столбцов со значениями V и V^2 и последующим суммированием по каждому столбцу.

По результатам расчета примера 18 видно, что сигма $\sigma = 1,67$ поросенка, а значение средней арифметической по плодовитости свиноматок 10,1 поросенка.

Нормированное отклонение (x или t). В основном применяется при оценке производителей по качеству потомства.

Пример 18. Вычислить нормированное отклонение трех помесных и трех чистопородных коров по показателю содержания белка в молоке.

Таблица 11 – Сопоставление белковомолочности коров по величине нормированного отклонения, ($t = \frac{V-M}{\sigma}$)

Группа коров	Показатели белковомолочности в среднем по каждой породе, %		Показатели конкретных коров					
			№ 1		№ 2		№ 3	
	M	σ	V	t	V	t	V	t
Чистопородные	3,0	0,1	2,8	-2,0	3,2	+2,0	3,1	+1
Помесные	3,3	0,2	3,1	-1	3,4	+0,5	3,5	+1

Сопоставление двух групп разного генетического происхождения показывает, что по отношению к показателям своей группы помесные коровы были относительно лучше, чем чистопородные, если сравнивать их по средним показателям белковомолочности. В преде-

лах каждой пары коровы не отличались друг от друга и по абсолютной разнице их белковомолочности от среднего ее уровня. Так, для первой пары разность составляла $-0,2\%$ ($2,8 - 3,0 = -0,2\%$ и $3,1 - 3,3 = -0,2\%$); для второй пары сравниваемых коров разность равна $+0,2\%$ ($3,2 - 3,0 = +0,2\%$) и $+0,1\%$ ($3,4 - 3,3 = +0,1\%$); для третьей пары разность составляет $+0,1\%$ ($3,1 - 3,0 = +0,1\%$) и $+0,2\%$ ($3,5 - 3,3 = +0,2\%$).

Нормированное отклонение представляет большой интерес для выявления типа распределения членов совокупности по классам варьирующего признака.

Коэффициент изменчивости (C_V). Коэффициент изменчивости (вариации) показывает изменчивость признака в совокупности и выражается в процентах.

Коэффициент изменчивости рассчитывается по следующей формуле:

$$C_V = \frac{\sigma}{M} \times 100\% \quad (15)$$

Из формулы видно, что коэффициент вариации получается путем процентного выражения среднего квадратического отклонения σ от своей средней арифметической.

Пример 19. Средняя продуктивность коров по стаду равна 8000 кг молока за лактацию, а изменчивость, выраженная через σ , равна 400 кг. Отсюда, коэффициент вариации удоя в стаде будет равен:

$$C_V = \frac{400}{8000} \times 100 = 5\%$$

Чем больше значение коэффициента вариации, тем больше изменчивость признака у членов совокупности.

Контрольные задания

1. Имеются две группы бычков на откорме. В группе бычков герфордской породы лимит по показателю живой массы равен $V_{max} = 1050$ кг, а $V_{min} = 900$ кг. В группе бычков калмыцкой породы лимит по показателю живой массы равен $V_{max} = 850$ кг, а $V_{min} = 700$ кг. Рассчитать изменчивость данного признака и сделать вывод.

2. При взвешивании кроликов породы белый великан были получены следующие результаты живой массы: 5 кг; 4 кг; 4 кг; 3 кг; 4

кг; 3 кг; 5 кг. Рассчитать величину дисперсии, выражающую изменчивость признака в данной совокупности.

3. В стаде коров черно-пестрой породы средняя продуктивность равна 6000 кг молока, а изменчивость $\sigma = 300$ кг. Определить размах изменчивости удоя по стаду коров и вычислить значение одной сигмы.

4. Определить изменчивость тонины шерсти романовской породы овец, если в группе было 12 голов со следующими значениями тонины (мкм): 20; 19; 22; 18; 25; 17; 20; 21; 22; 23; 20; 25.

5. Определить изменчивость убойного выхода туш свиней по следующим результатам, %: 70; 72; 80; 85; 82; 74; 78; 75.

6. Определить изменчивость плодовитости овцематок цигайской породы: 1; 2; 1; 3; 2; 1; 2; 2; 2; 2; 1; 3; 2; 2.

7. Вычислить нормированное отклонение двух групп коров по числу лейкоцитов в крови, если в контрольной группе получены следующие значения содержания лейкоцитов (тыс.): 6,5; 6,8; 6,9; 6,0; 5,5; опытная группа: 6,6; 6,9; 6,2; 5,6; 5,8.

8. Среднее содержание жира в молоке коров ярославской породы 3,9 %; изменчивость признака $\sigma = 0,4$ %. Определить коэффициент вариации.

9. Средняя масса яиц кур по первому цеху составила 52 г, изменчивость признака $\sigma = 9,6$ г; по второму цеху – 58 г, изменчивость признака $\sigma = 12,3$ г. Определить коэффициент вариации и сделать вывод, в каком их цехов данный признак более вариабельный?

6 СВЯЗИ МЕЖДУ ПРИЗНАКАМИ

В зоотехнии связи имеют тип корреляционных связей, которые характерны для большинства явлений и закономерностей. В большинстве работ, проводимых на животных, требуется выяснить связи между различными признаками. Например, представляет большой интерес связь между уровнем молочной продуктивности коров и жирномолочности; молочной продуктивности и белкомолочности; уровня удоя с уровнем кормления; между кровностью помесей и их продуктивностью; между живой массой и убойным выходом и т.п.

Коэффициент корреляции (r) – наиболее распространенный коэффициент связи, который позволяет определить величину и направление связи.

Коэффициент корреляции выражается десятичной дробью и может принимать значения от 0 до ± 1 . Знаки $+$ и $-$ указывают на направление связи. Чем больше значение r к 1, тем больше связь между данными признаками. Если $r = 0$, то это указывает на отсутствие связи. Общая классификация корреляционных связей представлена в таблице 12

Таблица 12 – Общая классификация корреляционных связей между признаками

Связь	Коэффициент корреляции
Сильная	$r_{xy} > 0,70$
Средняя	$0,50 < r_{xy} < 0,69$
Умеренная	$0,30 < r_{xy} < 0,49$;
Слабая	$0,20 < r_{xy} < 0,29$
Очень слабая	$r_{xy} < 0,19$

Коэффициент корреляции для малых выборок рассчитывается по следующей формуле:

$$r = \frac{\Sigma xy - \frac{\Sigma x \cdot \Sigma y}{n}}{\sqrt{\alpha_x \cdot \alpha_y}}, \quad (16)$$

$$\text{где } \alpha_x = \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n} \quad (17) \quad \text{и} \quad \alpha_y = \Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n} \quad (18)$$

x – варианты первого признака;

y – варианты второго признака;

n – число наблюдений.

Коэффициент корреляции для малых выборок может быть рассчитан и по нижеследующей формуле:

$$r = \frac{\Sigma xy - n \cdot M_x \cdot M_y}{\sqrt{(\Sigma x^2 - n \cdot M_x^2) \cdot (\Sigma y^2 - n \cdot M_y^2)}} \quad (19)$$

Пример 20. Определить величину и направление связи между живой массой овец (x) и настригом шерсти (y) ($n = 10$).

Представим в виде вариационного ряда данные показатели, записывая парно эти данные (живой масса овец – и их настриг шерсти), и произведем вычисления показателей, входящих в формулу для вычисления коэффициента корреляции: xy , x^2 , y^2 .

№ п/п	Живая масса овец, кг, x	Настриг шерсти, кг, y	xy	x^2	y^2
1	49	4,5	220,5	2401	20,25
2	55	3,9	214,5	3025	15,21
3	53	4,9	259,7	2809	24,01
4	51	5,0	255,0	2601	25,00
5	57	4,6	262,2	3249	21,16
6	56	4,4	246,4	3136	19,36
7	54	5,8	313,2	2916	33,64
8	60	6,1	366,0	3600	37,21
9	66	6,4	422,4	4356	40,96
10	57	5,8	330,6	3249	33,64
	$\Sigma x = 558$	$\Sigma y = 51,4$	$\Sigma xy = 2890,5$	$\Sigma x^2 = 31342$	$\Sigma y^2 = 270,44$

Подставим полученные суммы Σx , Σx^2 , Σy , Σy^2 , Σxy в формулу (16), а также по формулам (17) и (18) вычислим значения α_x и α_y :

$$\alpha_x = \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 31342 - \frac{558^2}{10} = 205,6$$

$$\alpha_y = \Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n} = 270,44 - \frac{51,4^2}{10} = 6,244$$

Вычислим коэффициент корреляции:

$$r = \frac{\Sigma xy - \frac{\Sigma x \cdot \Sigma y}{n}}{\sqrt{\alpha_x \cdot \alpha_y}} = \frac{2890,5 - \frac{558 \cdot 51,4}{10}}{\sqrt{205,6 \cdot 6,244}} = \frac{2890,5 - 2868,12}{\sqrt{1283,7664}} = \frac{22,38}{35,82} = + 0,62$$

Таким образом, связь между живой массой овец и настригом шерсти значительная и положительная, т.е. чем больше живая масса овец, тем больше настриг шерсти.

Если для этого примера использовать формулу (13), то расчеты упростятся. Для этой формулы нужны значения Σx^2 , Σy^2 , и Σxy , которые у нас уже вычислены.

Требуется для формулы найти среднее арифметическое живой массы овец (M_x) и настрига шерсти (M_y) и их квадраты:

$$M_x = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{558}{10} = 55,8; \quad M_x^2 = 55,8^2 = 3113,64$$

$$M_y = \frac{\Sigma y}{n} = \frac{51,4}{10} = 5,14; \quad M_y^2 = 5,14^2 = 26,4196$$

Подставим все имеющиеся значения в формулу 19:

$$\begin{aligned} r &= \frac{\Sigma xy - n \cdot M_x \cdot M_y}{\sqrt{(\Sigma x^2 - n \cdot M_x^2) \cdot (\Sigma y^2 - n \cdot M_y^2)}} = \\ &= \frac{2890,5 - 10 \cdot 55,8 \cdot 5,14}{\sqrt{(31342 - 10 \cdot 3113,64) \cdot (270,44 - 10 \cdot 26,4196)}} = \\ &= \frac{2890,5 - 2868,12}{\sqrt{(31342 - 31136,4) \cdot (270,44 - 264,196)}} = \frac{22,38}{\sqrt{205,6 \cdot 6,244}} = \\ &= \frac{22,38}{\sqrt{1283,7664}} = \frac{22,38}{35,83} = + 0,62 \end{aligned}$$

Таким образом, вычисление по обеим формулам дает одинаковое значение коэффициента корреляции.

Контрольные задания

1. Вычислить коэффициент корреляции в стаде дойных коров по удою и процентному содержанию жира в молоке (таблица 13). Сделать вывод.

Таблица 13 – Показатели продуктивности коров

Кличка коровы	Удой за лактацию, кг	Содержание жира в молоке, %	Кличка коровы	Удой за лактацию, кг	Содержание жира в молоке, %
Смелая	5224	3,60	Фиалка	8977	3,01
Марта	7912	2,56	Муська	6074	3,54
Барыня	7160	3,24	Венера	10200	3,64
Гера	7298	3,60	Бабочка	4377	3,80
Милка	6372	4,00	Вербка	7058	3,03
Капля	8010	3,60	Игла	5652	3,70
Линда	6663	3,76	Милена	4625	3,80
Саша	5647	3,80	Верная	7563	3,12
Матрена	8226	3,83	Мечта	7594	3,80
Маруся	6093	3,80	Шальная	6843	3,60

2. Определить величину и направление связи плодовитостью десяти свиноматок материнской группы и плодовитостью их дочерей (таблица 14). Сделать вывод.

Таблица 14 – Показатели плодовитости свиноматок

Плодовитость свиноматок-матерей	Плодовитость свиноматок-дочерей	Плодовитость свиноматок-матерей	Плодовитость свиноматок-дочерей
10	11	10	8
9	10	9	9
12	12	7	8
10	12	15	10
8	9	10	10

3. При изучении выборки кур (20 голов) по двум параметрам: яйценоскости и живой массе несушек во взрослом состоянии. Получены следующие значения (таблица 15).

Таблица 15 – Яйценоскость и живая масса несушек

Яйценоскость, шт.	Живая масса, кг	Яйценоскость, шт.	Живая масса, кг
140	1,3	250	1,4
238	1,5	149	1,4
219	1,5	239	1,4
220	1,3	276	1,5
294	1,3	127	1,6
280	1,4	215	1,4
198	1,4	268	1,5
230	1,2	236	1,4
273	1,5	128	1,7
161	1,4	270	1,7

Вычислить коэффициент и сделать вывод.

4. Определить связь между живой массой и содержанием гемоглобина у поросят (n = 10). Данные представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Показатели живой массы и содержанием гемоглобина у поросят

№ п/п	Масса, кг	Нб, %
1	17	70
2	18	74
3	18	78
4	19	72
5	19	77
6	20	76
7	21	88
8	22	80
9	23	77
10	25	86

7 ОЦЕНКА КОРОВ МОЛОЧНО-МЯСНЫХ ПОРОД ПО СОБСТВЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

Оценка коров по молочной продуктивности проводится по удою (кг), содержанию жира и белка в молоке (%):

- за весь период лактации;
- 305 дней лактации;
- за укороченную законченную лактацию, продолжительностью не менее 240 дней.

У коров при укороченной законченной лактации учитывается фактический удой (кг), указывается продолжительность лактации в днях.

Началом лактации считается следующий день после отела, а окончанием – последний день доения.

Контрольное доение коров проводится в течение суток, с 5 дня после отела.

Количество контрольных доений для организаций, имеющих племенной крупный рогатый скот молочного и молочно-мясного направлений продуктивности, должно быть одно в течение месяца.

При пропуске очередного контрольного доения берется среднее арифметическое за предыдущее и последующее контрольное доение.

Если, ко времени планируемой даты последующего контрольного доения корова находится в сухостойном периоде или в начальной стадии лактации, то проводится расчет удоя между результатом последнего контрольного доения и нулем, а содержание жира и белка принимается по результатам последнего контрольного доения.

Количество молока за контрольный период рассчитывается с точностью до 1 кг, содержание жира и белка в молоке - до 0,01 %.

Расчет молочной продуктивности коров осуществляется за весь период лактации, 305 первых дней лактации или укороченную законченную лактацию с обязательным указанием количества дойных дней.

Минимальные требования к молочной продуктивности коров по породам приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Минимальные требования к молочной продуктивности коров по породам

Порода	Удой за 305 дней лактации, кг			Содержание в молоке, %		Количество молочного жира за 305 дней лактации, кг			Количество молочного белка за 305 дней лактации, кг		
	первая	вторая	третья и старше	жира	белка	первая	вторая	третья и старше	первая	вторая	третья и старше
черно-пестрая	3500	3800	4200	3,7	3,0	129	140	155	105	114	126
голландская	4500	5000	5500	3,6	3,0	166	185	203	135	150	165
красно-пестрая	3200	3500	4000	3,8	3,0	121	133	148	96	105	120
красная степная; красная горбатовская; красная тамбовская; красная эстонская; суксунская	3000	3500	3800	3,7	3,1	111	129	141	93	109	118
симментальская; сычевская	2800	3400	3700	3,8	3,2	106	129	140	90	109	118
бурая швицкая; костромская	3000	3500	3800	3,8	3,2	114	133	144	96	112	122
холмогорская	3200	3500	3900	3,7	3,0	118	129	144	96	105	117
бестужевская	2500	2800	3200	3,7	3,1	92	103	118	78	87	99
ярославская	3000	3300	3600	4,0	3,3	120	132	144	99	109	119
айрширская	3300	3600	3900	4,1	3,3	135	148	160	109	119	129
джерсейская	3000	3300	3500	5,6	3,6	168	185	207	108	119	126
истобенская, тагильская	2800	3200	3600	3,8	3,2	106	121	136	90	102	115

Раздел «Оценка коров по молочной продуктивности» входит в Порядок и условия проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота молочного и молочно-мясного направлений продуктивности (Приказ Минсельхоза РФ от 28.10.2010 N 379 "Об утверждении Порядка и условий проведения бонитировки племенного

крупного рогатого скота молочного и молочно-мясного направлений продуктивности") и является одним из важных пунктов для определения оценки племенных и продуктивных качеств племенных животных в целях их дальнейшего использования.

Пример 21. Используя данные первичного племенного учета молочной продуктивности коров голштинской породы определить: число дойных дней за лактацию, удой за всю лактацию, удой за 305 дней лактации, средний процент жира в молоке за лактацию, количество молочного жира в килограммах. Данные занести в таблицу 18.

*Таблица 18 – Расчет показателей молочной продуктивности коровы Злата 4214.
Дата отела 04.03.2011 г. Дата запуска 21.03.2012 г.*

Месяц лактации	Календарный месяц	Число дойных дней	Суточный удой в день контроля, кг	Удой за месяц, кг	% жира	Количество 1%-ного молока, кг	Количество молочного жира, кг
1	Март	27	18	486	3,75	1822,5	18,23
2	Апрель	30	18	540	3,72	2008,8	20,09
3	Май	31	19	589	3,72	2191,1	21,91
4	Июнь	30	21	630	3,75	2362,5	23,63
5	Июль	31	21	651	3,73	2428,2	24,28
6	Август	31	21	651	3,72	2421,7	24,22
7	Сентябрь	30	22	660	3,71	2448,6	24,49
8	Октябрь	31	22	682	3,77	2571,1	25,71
9	Ноябрь	30	21	630	3,76	2368,8	23,69
10	Декабрь	31	20	620	3,76	2331,2	23,31
11	Январь	31	18	558	3,77	2103,7	21,04
12	Февраль	29	16	464	3,77	1749,3	17,49
13	Март	20	12	240	3,77	904,8	9,05
Σ	-	382	-	7401		27712,3	277,12

Техника расчета:

1) *Месяц лактации* проставляется с первого месяца, не зависимо от календарного месяца;

2) *Число дойных дней* рассчитывается с даты отела и далее по всем месяцам до окончания лактации и запуска животного;

3) *Суточный удой в день контроля, кг* фиксируется по данным первичного племенного учета по результатам контрольного доения;

4) Удой за месяц, кг рассчитывается по формуле:

$$\text{Удой за месяц, кг} = \text{Суточный удой в день контроля, кг} \times \text{Число дойных дней} \quad (20)$$

$$\text{Удой за 1-ый месяц, кг} = 18 \times 27 = 486 \text{ кг и т.д.}$$

5) Процентное содержание жира в молоке фиксируется по данным первичного племенного учета по результатам контрольного доения;

6) Количество 1%-ного молока, кг определяется по формуле:

$$\text{Количество 1\%-ного молока, кг} = \text{Удой за месяц, кг} \times \% \text{ жира} \quad (21)$$

$$\text{Количество 1\%-ного молока, кг} = 486 \times 3,75 = 1822,5 \text{ кг и т.д.}$$

7) Количество молочного жира, кг определяется по формуле:

$$\text{Количество молочного жира, кг} = \frac{\text{Количество 1 \% молока, кг}}{100} \quad (22)$$

$$\text{Количество молочного жира, кг} = \frac{1822,5}{100} = 18,23 \text{ кг и т.д.}$$

8) Суммируем по месяцам и записываем в таблицу следующие показатели: число дойных дней; удой по всем месяцам, получая удой за всю лактацию; количество 1 % молока по месяцам, тем самым получая количество 1 % молока за всю лактацию; количество молочного жира по месяцам, получая количество молочного жира за всю лактацию.

9) Находим удой за 305 дней лактации по формуле:

$$\text{Удой за 305 дней лактации} = \frac{305 \times \text{Удой за всю лактацию, кг}}{\text{Число дойных дней за лактацию}} \quad (23)$$

$$\text{Удой за 305 дней лактации} = \frac{305 \times 7401}{382} = 5905 \text{ кг}$$

При расчете удоя за 305 дней лактации необходимо отметить, что если лактация укороченная (менее 305 дней), то перерасчет на 305 дней не производится.

10) Средний процент жира определяется по формуле:

$$\text{Средний процент жира, \%} = \frac{\text{Сумма 1 \% молока, кг}}{\text{Удой за всю лактацию, кг}} \quad (24)$$

$$\text{Средний процент жира, \%} = \frac{27712,3}{7401} = 3,74 \%$$

10) Делаем вывод:

Продолжительность лактации, дней – 382 дня (удлиненная лактация);

Удой за всю лактацию, кг – 7401 кг;

Удой за первые 305 дней лактации, кг – 5909 кг;

Средний % жира – 3,74 %;

Количество молочного жира, кг – 277,12 кг.

Контрольные задания

1. Используя данные первичного племенного учета молочной продуктивности коров голштинской породы определить: число дойных дней за лактацию, удой за всю лактацию, удой за 305 дней лактации, средний процент жира в молоке за лактацию, количество молочного жира. Данные занести в таблицу 19.

Таблица 19 – Расчет показателей молочной продуктивности коровы по кличке Смелая 5055. Дата отела 22.09.2017 г. Дата запуска 21.05.2018 г.

Месяц лактации	Календарный месяц	Число дойных дней	Суточный удой в день контроля, кг	Удой за месяц, кг	% жира	Количество 1%-ного молока, кг	Количество молочного жира, кг
			20		3,65		
			22		3,60		
			24		3,60		
			25		3,70		
			25		3,70		
			24		3,70		
			23		3,60		
			22		3,75		
			21		3,70		
Σ	-		-				

2. Продуктивность коровы Лавина 4948 черно-пестрой породы (удой, % жира) в дни контрольных доений (при контроле 1 раз в месяц) составила: за первый месяц лактации – 18 кг и 3,7 %; за второй –

20 кг и 3,7 %; за третий – 22 и 3,8 %; за четвертый – 22 кг и 3,75 %, за пятый – 21 кг и 3,85 %, за шестой – 19 кг и 3,9 %; за седьмой – 18 кг и 3,85 %; за восьмой – 16 кг и 3,8 %; за девятый – 14 и 3,8 %; за десятый – 12 кг и 3,85 %; за одиннадцатый – 10 и 3,8 %. Определить число дойных дней за лактацию, удой за всю лактацию, удой за 305 дней лактации, средний процент жира в молоке за лактацию, количество молочного жира.

3. Определите пожизненную продуктивность (удой и количество молочного жира) трех коров-сверстниц голштинской породы и выделите лучшую из них по данным таблицы 20.

Таблица 20 – Показатели удоя коров и содержание жира в молоке за ряд лактаций

Номер лактации по счету	Кличка коровы					
	Луна 4796		Ветка 2890		Мелодия 4168	
	удой, кг	% жира	удой, кг	% жира	удой, кг	% жира
I	9891	3,86	4824	3,70	7112	3,47
II	7124	4,01	7602	3,70	9602	3,71
III	7083	3,73	5619	3,70	11005	3,89
IV			7042	3,76	7057	3,94
V			6183	3,89	6786	3,92
VI			5887	4,01		

8 ОЦЕНКА КОРОВ МЯСНЫХ ПОРОД ПО СОБСТВЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

Оценка коров мясных пород по собственной продуктивности проводится по молочности коров и живой массе молодняка.

Молочность коров оценивается по живой массе их потомства, которую определяют в возрасте 205 дней, либо в перерасчете на этот возраст.

Перерасчет на возраст 205 дней производится по формуле:

$$\frac{\text{Живая масса в возрасте 205 дней, кг} - \text{живая масса животного} - \text{живая масса при рождении}}{\text{возраст в днях}} \times 205 + \text{живая масса при рождении} \quad (25)$$

При оценке молочности коров 1-го и 2-го отелов минимальные требования по живой массе молодняка, указанные в таблице 18 снижаются: при 1-ом отеле – на 10 %, при 2-ом отеле – на 5%.

Молочность коров 3-го отела и старше оценивается по данным того отела, при котором получен потомок с наиболее высокой живой массой в возрасте 205 дней.

Оценка по живой массе коров до 5-летнего возраста проводится по последнему взвешиванию, животных старше 5 лет - по наивысшей живой массе за весь период жизни.

Минимальные требования по живой массе представленных в таблицах 21-29.

Таблица 21 – Минимальные требования по живой массе.

Порода: абердин-ангусская, русская комолая

Класс	Живая масса (кг) в возрасте (мес.)																	
	205 дн.	243 дн.	9	10	11	365 дн.	13	14	456 дн.	16	17	547 дн.	19	20	21	22	23	24
Бычки																		
Элита-рекорд	210	230	255	280	310	335	365	380	400	420	440	460	475	490	510	525	545	560
Элита	200	220	245	270	295	320	340	360	380	400	420	440	455	470	485	500	520	535
I	185	200	225	245	270	290	310	325	345	360	380	400	420	440	455	475	490	510
II	170	180	200	220	240	260	275	290	310	325	340	360	375	390	410	426	440	460
Телки и нетели																		
Элита-рекорд	195	215	235	255	270	290	305	320	330	345	360	370	380	390	395	410	415	420
Элита	185	205	225	240	260	275	290	300	315	325	340	350	360	370	375	385	390	400
I	165	185	200	220	235	250	265	280	290	305	315	330	340	350	355	365	370	380
II	155	165	185	200	220	235	245	255	270	280	290	300	310	320	325	335	340	350

Таблица 22 – Минимальные требования по живой массе. Порода: галловейская

Класс	Живая масса (кг) в возрасте (мес.)																	
	205 дн.	243 дн.	9	10	11	365 дн.	13	14	456 дн.	16	17	547 дн.	19	20	21	22	23	24
Бычки																		
Элита-рекорд	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	455	470	485	500	530
Элита	190	210	230	250	270	290	310	330	350	365	380	395	410	425	440	455	475	505
I	180	200	220	240	260	280	295	310	325	340	355	370	385	400	415	430	450	480
II	155	170	185	200	215	230	245	260	275	290	305	320	335	350	365	380	400	430
Телки и нетели																		
Элита-рекорд	180	195	210	225	240	255	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380
Элита	175	190	205	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360
I	160	175	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340
II	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310

Таблица 23 – Минимальные требования по живой массе. Порода: герефордская

Класс	Живая масса (кг) в возрасте (мес.)																	
	205 дн.	243 дн.	9	10	11	365 дн.	13	14	456 дн.	16	17	547 дн.	19	20	21	22	23	24
Бычки																		
Элита-рекорд	225	245	275	305	330	355	380	405	430	455	480	505	520	540	555	570	590	605
Элита	210	235	260	285	310	335	360	385	405	430	450	475	490	505	525	540	560	575
I	195	215	235	260	280	305	325	350	370	390	415	435	455	475	490	510	525	545
II	170	180	200	225	250	270	290	310	325	345	360	380	400	420	435	455	470	490
Телки и нетели																		
Элита-рекорд	205	225	245	265	285	305	320	335	345	360	370	385	395	405	415	425	435	445
Элита	195	215	235	250	270	290	300	315	325	340	350	365	375	385	395	405	415	425
I	180	195	210	230	245	265	280	295	310	325	340	355	360	370	380	390	395	405
II	155	170	185	200	215	235	245	260	275	285	300	315	320	330	335	345	350	360

Таблица 24 – Минимальные требования по живой массе.

Породы: лимузинская, санта-гертруда, салерская, обрак, аулиекольская

Класс	Живая масса (кг) в возрасте (мес.)																	
	205 дн.	243 дн.	9	10	11	365 дн.	13	14	456 дн.	16	17	547 дн.	19	20	21	22	23	24
Бычки																		
Элита-рекорд	230	250	280	310	340	370	395	420	445	470	500	525	540	560	580	595	615	630
Элита	215	240	265	295	320	345	375	400	420	445	470	495	510	525	545	560	585	600
I	200	220	240	270	290	315	335	360	385	405	430	450	475	495	510	530	545	565
II	180	190	210	235	265	285	305	325	340	365	380	400	420	440	455	480	495	515
Телки и нетели																		
Элита-рекорд	210	230	250	275	295	315	330	345	360	375	385	400	410	420	430	440	450	460
Элита	200	220	240	255	280	300	310	325	335	350	360	380	390	400	410	420	430	440
I	185	200	215	235	250	275	290	305	320	335	350	370	375	385	395	400	410	420
II	165	180	195	210	225	240	255	275	290	300	315	325	335	345	350	360	370	380

Таблица 25 – Минимальные требования по живой массе. Порода: калмыцкая

Класс	Живая масса (кг) в возрасте (мес.)																	
	205 дн.	243 дн.	9	10	11	365 дн.	13	14	456 дн.	16	17	547 дн.	19	20	21	22	23	24
Бычки																		
Элита-рекорд	205	225	250	275	300	325	345	365	385	405	425	445	465	485	505	525	540	555
Элита	195	215	240	265	290	315	335	350	370	390	405	425	445	465	485	505	520	530
I	180	195	220	240	265	285	305	325	345	365	380	395	415	435	455	475	490	505
II	160	175	195	215	235	255	270	285	305	320	340	355	375	390	405	425	445	455
Телки и нетели																		
Элита-рекорд	185	205	225	245	260	280	295	315	330	345	360	370	380	385	390	395	400	405
Элита	175	195	215	235	250	270	285	300	315	325	340	350	360	370	375	385	390	395
I	160	175	190	210	230	245	260	275	285	300	310	325	335	340	350	360	365	375
II	145	155	170	185	200	215	230	245	255	270	280	295	305	315	325	335	345	355

Таблица 26 – Минимальные требования по живой массе.

Породы: казахская белоголовая, шортгорнская мясного типа

Класс	Живая масса (кг) в возрасте (мес.)																	
	205 дн.	243 дн.	9	10	11	365 дн.	13	14	456 дн.	16	17	547 дн.	19	20	21	22	23	24
Породы: казахская белоголовая, шортгорнская мясного типа																		
Бычки																		
Элита-рекорд	220	240	270	300	325	350	375	400	425	450	475	500	515	535	550	565	585	600
Элита	205	230	255	280	305	330	355	380	400	425	445	470	485	500	520	535	555	570
I	190	210	230	255	275	300	320	345	365	385	410	430	450	470	485	505	520	540
II	170	180	200	225	250	270	290	310	325	345	360	380	400	420	435	455	470	490
Телки и нетели																		
Элита-рекорд	200	220	240	260	280	300	315	330	340	355	365	380	390	400	410	420	430	440
Элита	190	210	230	245	265	285	295	310	320	335	345	360	370	380	390	400	410	420
I	175	190	205	225	240	260	275	290	305	320	335	350	355	365	375	385	390	400
II	155	170	185	200	215	235	245	260	275	285	300	315	320	330	335	345	350	360

Таблица 27 – Минимальные требования по живой массе. Порода: симментальская мясного типа

Класс	Живая масса (кг) в возрасте (мес.)																	
	205 дн.	243 дн.	9	10	11	365 дн.	13	14	456 дн.	16	17	547 дн.	19	20	21	22	23	24
Бычки																		
Элита-рекорд	240	260	285	315	345	375	400	425	450	475	500	525	545	565	585	600	615	630
Элита	225	245	265	295	325	355	375	400	425	450	475	500	515	535	555	570	585	600
I	210	225	240	265	290	320	340	360	385	405	430	450	470	490	510	525	540	555
II	190	200	215	235	260	285	305	325	345	365	385	405	425	445	465	485	500	515
Телки и нетели																		
Элита-рекорд	220	240	260	280	300	320	335	350	365	380	390	400	410	420	430	440	450	460
Элита	210	230	250	270	290	310	325	340	355	365	375	385	390	400	410	420	430	440
I	195	210	230	245	260	280	295	310	325	335	345	355	360	370	380	390	400	410
II	175	190	205	220	235	250	265	280	295	305	315	325	335	345	355	365	375	385

Таблица 28 – Минимальные требования по живой массе.

Породы: шароле, кианская, белая (светлая) аквитанская, мен-анжу

Класс	Живая масса (кг) в возрасте (мес.)																	
	205 дн.	243 дн.	9	10	11	365 дн.	13	14	456 дн.	16	17	547 дн.	19	20	21	22	23	24
Бычки																		
Элита-рекорд	250	280	310	340	370	395	420	450	480	505	535	560	580	605	625	645	660	680
Элита	240	270	300	325	355	380	405	430	455	485	510	535	555	570	595	610	630	645
I	220	240	270	295	320	345	375	395	420	445	470	495	515	535	555	580	600	620
II	195	215	240	270	290	315	335	360	380	400	420	440	460	485	500	520	540	555
Телки и нетели																		
Элита-рекорд	240	260	285	305	325	345	370	385	405	425	440	460	475	485	495	505	515	525
Элита	220	245	265	285	305	325	345	360	385	405	420	440	450	460	470	485	495	505
I	200	220	240	260	280	300	315	330	345	370	385	400	410	420	430	440	450	460
II	185	200	220	235	260	275	290	305	315	335	345	360	370	385	395	400	410	420

Таблица 29 – Минимальные требования по живой массе (кг) коров

Порода, тип	Класс	Возраст коровы, лет		
		3	4	5 лет и старше
Абердин- ангусская, русская комолая	элита-рекорд	440	485	530
	элита	420	460	500
	I	400	440	480
	II	360	390	420
Галловейская	элита-рекорд	410	445	490
	элита	390	430	460
	I	370	410	440
	II	330	360	390
Герефордская	элита-рекорд	475	535	570
	элита	455	505	550
	I	430	480	520
	II	380	410	450
Лимузинская, санта-гертруда, салерская, обрак, аулиекольская	элита-рекорд	475	535	580
	элита	455	505	555
	I	430	485	525
	II	410	450	470
Калмыцкая	элита-рекорд	440	480	520
	элита	420	460	500
	I	400	420	480
	II	365	405	425

Казахская белоголовая, шортгорнская мясного типа	элита- рекорд	470	530	570
	элита	450	500	545
	I	430	480	520
	II	380	410	450
Симментальская мясного типа	элита- рекорд	495	555	600
	элита	475	525	575
	I	450	505	545
	II	400	430	475
Шароле, кианская, белая (светлая) аквитанская, мен-анжу	элита- рекорд	540	600	650
	элита	520	580	625
	I	490	550	600
	II	440	495	535

Контрольные задания

1. Пересчитать живую массу в возрасте 205 дней, если живая масса бычка абердин-ангусской породы в возрасте 243 дня составила 225 кг. Какому классу соответствуют минимальные требования по живой массе?

2. пересчитать живую массу в возрасте 205 дней, если живая масса телки лимузинской породы в возрасте 243 дн11 месяцев составила 285 кг. Какому классу соответствуют минимальные требования по живой массе?

3. Какова будет молочность коровы калмычкой породы при первом отеле при рождении бычка в возрасте 10 месяцев.

4. Какова будет молочность коровы казахской белоголовой породы при втором отеле при рождении телочки в возрасте 20 месяцев.

5. К какому классу бонитировки можно отнести бычка симментальской породы в возрасте 14 месяцев при живой массе 435 кг.

6. К какому классу бонитировки можно отнести нетель породы шароле в возрасте 547 дней с живой массой 500 кг.

7. К какому классу бонитировки можно отнести корову колмыцкой породы, если ее живая масса в возрасте 3 года составила 430 кг.

9 ОЦЕНКА СВИНЕЙ ПО СОБСТВЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

Оценка свиней по собственной продуктивности проводится в соответствии с порядком и условиями проведения бонитировки племенных свиней.

Все породы свиней, в зависимости от направления продуктивности, разделяются на три группы: 1-я группа пород – крупная белая, ландрас, короткоухая белая, скороспелая мясная, йоркшир, туклинская; 2-я группа пород – дюрок; 3-я группа пород – крупная черная, северокавказская, брейтовская, муромская, цивильская, уржумская, сибирская северная, кемеровская, ливенская.

Ремонтный молодняк отбирается при постановке на выращивание из поголовья, имеющего 14 (7/7) и более сосков у хрячков и не менее 12 (6/6) нормально развитых сосков у свинок (у хрячков и свинок 2-й группы – не менее 10) от родителей с суммарной оценкой не ниже требований 1 класса.

Молодняк взвешивается при достижении живой массы 90-110 кг и проводятся следующие измерения с пересчетом на 100 кг возраст достижения живой массы 100 кг, дн.; затрат корма на 1 кг прироста живой массы, кг; длины туловища (от затылочного гребня до корня хвоста), см; толщина шпика в точке Р1 – над 6-7 грудными позвонками, мм; толщина шпика в точке Р2 – над 10-11 ребром, мм; глубина мышцы в точке Р2, мм. (таблица 30).

*Таблица 30 – Шкала для оценки ремонтного молодняка
при достижении живой массы 100 кг*

Группы пород	Класс	Возраст достижения, дней	Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	Толщина шпика в точке Р1, мм	Толщина шпика в точке Р2, мм	Глубина мышцы в точке Р2, мм*	Длина туловища, см
Глубина мышечного глазка, без учета глубины межреберного мускула.							
свинки							
1-я	элита	170 и менее	2,8 и менее	18 и менее	14 и менее	53,0 и более	124 и более
	I	171-180	2,81-3,0	19-22	15-18	49,0-52,0	123-122
	вне класса	181 и более	3,01 и более	23 и более	19 и более	48 и менее	121 и менее

2-я	элита	160 и менее	2,7 и менее	17 и менее	13 и менее	55,0 и более	121 и более
	I	161-170	2,71-3,0	18-21	14-17	51,0-54,0	120-119
	вне класса	171 и более	3,01 и более	22 и более	18 и более	50 и менее	118 и менее
3-я	элита	175 и менее	3,4 и менее	25 и более	20 и более		122 и более
	I	175-185	3,41-3,8	24-21	19-16		121-120
	вне класса	186 и более	3,81 и более	20 и менее	15 и менее		119 и менее
хрячки							
1-я	элита	160 и менее	2,7 и менее	16 и менее	11 и менее	53,0 и более	125 и более
	I	161-170	2,71-3,0	17-20	12-15	49,0-52,0	124-122
	вне класса	171 и более	3,01 и более	21 и более	16 и более	48,0 и менее	121 и менее
2-я	элита	155 и менее	2,6 и менее	15 и менее	10 и менее	55,0 и более	122 и более
	I	156-165	2,61-2,9	16-19	11-14	51,0-54,0	121-120
	вне класса	166 и более	2,91 и более	20 и более	15 и более	50,0 и менее	119 и менее
3-я	элита	170 и менее	3,2 и менее	25 и более	22 и более		122 и более
	I	171-180	3,21-3,7	24-21	21-18		121-120
	вне класса	181 и более	3,71 и более	20 и менее	127 и менее		119 и менее

В соответствии с таблицей 31 проводится балльная оценка ремонтного молодняка, которая определяется с учетом отклонений общего развития и отдельных статей экстерьера ремонтного молодняка от высшего балла.

Таблица 31 – Шкала для оценки экстерьера ремонтного молодняка

Общий вид и отдельные стати экстерьера	Высший балл	
	хрячки	свинки
Общий вид, конституция, признаки породы, кожа, щетина	20	20
Голова, шея	5	5
Плечи, холка, грудь	10	10
Спина, поясница, бока	15	15
Крестец, окорока	20	20
Ноги передние	7	7
Ноги задние	8	8
Соски, вымя свиноматки	5	15
Половые органы хряка	10	-
ВСЕГО	100	100

К классу элита относятся хрячки и свинки, получившие 90 и более баллов, а к первому классу – 85-89 баллов. Из стада выбраковываются свиньи, имеющие следующие недостатки: кратерные или слабо выраженные соски; сильную иксообразность ног; резкий перехват за лопаткой или поясницей; провислую спину; мопсовидность; криворылость; неправильный прикус.

После оценки и отбора групп для воспроизводства стада свинки осеменяются в возрасте не ранее 8 месяцев с живой массой не менее 130 кг.

После оценки и отбора групп для воспроизводства стада хрячки пускаются в случку в возрасте не ранее 8 месяцев с живой массой не ниже 160 кг.

Проверяемые и основные свиноматки по собственной продуктивности оцениваются с использованием данных их оценки при живой массе в 100 кг – по возрасту достижения, затратам корма на 1 кг прироста живой массы, толщине шпика в точках измерения Р1 и Р2; глубина мышцы в точке Р2, длине туловища и экстерьеру.

Воспроизводительные качества проверяемых свиноматок оцениваются по первому опоросу, а основных - по первому и в среднем по всем опоросам (включая первый) по следующим показателям: многоплодию; количеству поросят и массе гнезда в пересчете на 30 дней.

Таблица 32 – Шкала для оценки проверяемых и основных свиноматок по воспроизводительным качествам

Классы	Многоплодие*, гол.	Число поросят в 30 дн.**, гол.	Масса гнезда в 30 дн., кг***
* С учетом всех опоросов у свиноматок. ** С учетом подсаженных поросят. *** В том числе пересчитанная при фактическом отъеме.			
1-я группа пород			
Элита	12,0 и более	11,0 и более	88 и более
I класс	10,1-11,9	9,1-10,9	71-87
Вне класса	10,0 и менее	9,0 и менее	72 и менее
2-я группа пород			
Элита	8,0 и более	7,6 и более	68 и более
I класс	7,2-7,9	6,2-7,5	57-67
Вне класса	7,1 и менее	6,1 и менее	56 и менее
3-я группа пород			
Элита	10,5 и более	10 и более	70 и более
I класс	8,1-10,4	8,0-9,9	60-69
Вне класса	8,0 и менее	7,9 и менее	59,0 и менее

При рождении и при отъеме в 30 дней поросята взвешиваются гнездом. В случае отъема поросят в возрасте от 21 до 62 дней скорректированная масса гнезда к отъему в 30 дней определяется с учетом поправочных коэффициентов (таблица 33).

Таблица 33 – Поправочные коэффициенты для пересчета живой массы гнезда при отъеме в 30 дней

Возраст при взвешивании, дн.	Коэффициент	Возраст при взвешивании, дн.	Коэффициент	Возраст при взвешивании, дн.	Коэффициент
21	1,47	35	0,86	49	0,54
22	1,40	36	0,82	50	0,52
23	1,32	37	0,79	51	0,51
24	1,26	38	0,76	52	0,50
25	1,20	39	0,73	53	0,48
26	1,15	40	0,70	54	0,47
27	1,11	41	0,68	55	0,46
28	1,07	42	0,66	56	0,45
29	1,04	43	0,64	57	0,44
30	1,00	44	0,62	58	0,42
31	0,97	45	0,60	59	0,41
32	0,94	46	0,58	60	0,40
33	0,91	47	0,57	61	0,39
34	0,88	48	0,55	62	0,38

Скорректированная масса гнезда к отъему в 30 дней определяется умножением массы гнезда при фактическом отъеме в возрасте от 21 до 62 дней на соответствующий коэффициент.

Откормочные и мясные качества свиноматок оцениваются в среднем по показателям всех потомков, имеющих на дату оценки: возраст достижения живой массы 100 кг (дн); затраты корма на 1 кг прироста живой массы (кг); толщину шпика (прижизненно) в точках измерения Р1 и Р2 (мм); глубину мышцы в точке Р2 (мм).

Проверяемые и основные хряки по собственной продуктивности оцениваются, используя данные их оценки при живой массе в 100 кг, - по возрасту достижения, затратам корма на 1 кг прироста живой массы, толщине шпика в точках измерения Р1 и Р2; глубина мышцы в точке Р2, длине туловища и экстерьеру.

Воспроизводительные качества проверяемых и основных хряков оцениваются по среднему многоплодию 5-ти и более осемененных и опоросившихся от них свиноматок.

Откормочные и мясные качества основных хряков оцениваются в среднем по показателям всех потомков, имеющихсся на дату оценки: возраст достижения средней живой массы 100 кг (дн.); затраты корма на 1 кг прироста живой массы (кг); толщину шпика (прижизненно) в точках измерения Р1 и Р2 (мм.); глубину мышцы в точке Р2 (мм.).

Фактические показатели продуктивности ремонтного молодняка пересчитываются на живую массу 100 кг следующим образом: Возраст достижения массы 100 кг вычисляется по формуле:

$$X = B + (100 - M) / П \quad (26)$$

где

X – возраст достижения массы 100 кг (дн);

B – фактический возраст в день последнего взвешивания (дн);

M – фактическая живая масса животного в день последнего взвешивания (кг);

$П$ – среднесуточный прирост живой массы на выращивании (кг).

Толщина шпика вычисляется с учетом поправки 0,15 мм на 1 кг живой массы, уменьшая или увеличивая фактическую толщину шпика в зависимости от увеличения или уменьшения живой массы от стандартной величины 100 кг.

Глубина мышцы вычисляется с учетом поправки 0,25 мм на 1 кг живой массы, уменьшая или увеличивая фактическую глубину мышцы в зависимости от увеличения или уменьшения живой массы от стандартной величины 100 кг.

Длина туловища вычисляется с учетом поправки 0,35 см на каждый килограмм живой массы, уменьшая или увеличивая фактическую длину в зависимости от увеличения или уменьшения живой массы от стандартной величины 100 кг.

Полученные показатели округляются: по возрасту достижения живой массы 100 кг – до 1 дня, среднесуточному приросту – до 1 г, толщине шпика – до 1 мм, глубине мышцы – до 1 мм, длине туловища – до 1 см.

По показателям оценки развития и экстерьера ремонтного молодняка, продуктивности проверяемых и основных свиноматок, проверяемых и основных хряков устанавливается значение среднего балла, на

основе которого определяется суммарный класс свиней: элита и I (первый) класс. Животные ниже первого класса подлежат выбраковке (таблица 34).

Таблица 34 – Шкала для оценки проверяемых основных хряков и свиноматок по откормочным и мясным качествам потомства

Группа пород	Класс	Ср. возраст достижения живой массы 100 кг, дней	Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	Толщина шпика в точке Р1, мм	Толщина шпика в точке Р2, мм*	Глубина мышцы в точке Р2, мм
* Глубина мышечного глазка, без учета глубины межреберного мускула.						
1-я	элита	175 и менее	2,8 и менее	18 и менее	14 и менее	53,0 и более
	I	176–185	3,19–2,81	19–22	15–18	49,0–52,0
	вне класса	186 и более	3,2 и более	23 и более	19 и более	48,0 и менее
2-я	элита	165 и менее	2,7 и менее	17 и менее	13 и менее	55,0 и более
	I	166–175	2,71–3,0	18–21	14–17	51,0–54,0
	вне класса	176 и более	3,01 и более	22 и более	18 и более	50,0 и менее
3-я	элита	180 и менее	3,4 и менее	25 и более	32 и более	
	I	181–189	3,41–3,8	24–21	31–28	
	вне класса	190 и более	3,81 и более	20 и менее	27 и менее	

Класс ремонтных свинок и хрячков по откормочным и мясным качествам определяется с учетом результатов их оценки по собствен-

ной продуктивности – возрасту достижения живой массы 100 кг, затратам корма на 1 кг прироста живой массы, толщине шпика в точках измерения Р1 и Р2; глубина мышцы в точке Р2, длине туловища и экстерьеру.

Суммарный класс ремонтного молодняка определяется путем сложения баллов по учтенным признакам и деления полученного результата на число указанных показателей (за развитие и экстерьер, воспроизводительные, откормочные, мясные качества).

Класс проверяемых и основных свиноматок по откормочным и мясным качествам определяется с учетом результатов их оценки по собственной продуктивности – возрасту достижения живой массы 100 кг, затратам корма на 1 кг прироста живой массы, толщине шпика в точках измерения Р1 и Р2; глубина мышцы в точке Р2, длине туловища и экстерьеру.

Класс проверяемым и основным свиноматкам по воспроизводительным качествам присваивается по показателям - многоплодию, количеству поросят и массе гнезда в пересчете на 30 дней. Баллы за указанные признаки, суммируются и устанавливается средний балл за воспроизводительные качества. (таблица 35).

Таблица 35 – Шкала для определения суммарного класса по среднему баллу

Классы	Балл (шифр)	Суммарный класс
Элита	4	3,6–4,0
I класс	3	2,6–3,5
Вне класса	0	2,5 и менее

Класс основных свиноматок по откормочным и мясным качествам потомства определяется по показателям всех потомков, оцененных прижизненно по собственной продуктивности: затраты корма на 1 кг прироста живой массы (кг); толщину шпика (прижизненно) в точках измерения Р1 и Р2 (мм.); глубину мышцы в точке Р2 (мм.).

Суммарный класс проверяемых и основных свиноматок определяется путем сложения баллов по учтенным признакам и деления полученного результата на число указанных показателей (за развитие и экстерьер, воспроизводительные, откормочные, мясные качества).

Класс проверяемых и основных хряков по откормочным и мясным качествам определяется с учетом результатов их оценки по собственной продуктивности – возрасту достижения живой массы 100 кг,

затратам корма на 1 кг прироста живой массы, толщине шпика в точках измерения Р1 и Р2; глубина мышцы в точке Р2, длине туловища и экстерьеру.

Класс проверяемым и основным хрякам по воспроизводительным качествам присваивается по многоплодию 5-ти и более осемененных и опоросившихся от них свиноматок.

Класс основных хряков по откормочным и мясным качествам потомства определяется по показателям всех потомков, оцененных прижизненно по собственной продуктивности: возраст достижения средней живой массы 100 кг (дн.); затраты корма на 1 кг прироста живой массы (кг); толщину шпика (прижизненно) в точках измерения Р1 и Р2 (мм.); глубину мышцы в точке Р2 (мм.).

Суммарный класс проверяемых и основных хряков определяется путем сложения баллов по учтенным признакам и деления полученного результата на число указанных показателей (за развитие и экстерьер, воспроизводительные, откормочные, мясные качества).

Контрольные задания

1. На сколько групп по направлению продуктивности делятся породы свиней? Перечислите породы, входящие в каждую из этих групп.

2. Какое количество нормально развитых сосков должно быть у ремонтного молодняка при постановку на выращивание?

3. Что обозначают точки Р1 и Р2 при измерении толщины шпика?

4. Пользуясь шкалой для оценки ремонтного молодняка при достижении живой массы 100 кг, определить класс по следующим показателям:

- ✓ крупная белая порода;
- ✓ хрячок;
- ✓ возраст достижения живой массы 100 кг – 165 дней;
- ✓ Затраты корма на 1 кг прироста живой массы – 3,00 кг;
- ✓ Толщина шпика в точке Р1 – 19 мм;
- ✓ Толщина шпика в точке Р2 – 13 мм;
- ✓ Глубина мышцы в точке Р2 – 51 мм;
- ✓ Длина туловища – 123 см.

5. Пользуясь шкалой для оценки ремонтного молодняка при достижении живой массы 100 кг, определить класс по следующим показателям:

- ✓ ливенская порода;
- ✓ свинка;
- ✓ возраст достижения живой массы 100 кг – 187 дней;
- ✓ Затраты корма на 1 кг прироста живой массы – 3,84 кг;
- ✓ Толщина шпика в точке Р1 – 18 мм;
- ✓ Толщина шпика в точке Р2 – 13 мм;
- ✓ Длина туловища – 110 см.

6. Пользуясь шкалой для оценки ремонтного молодняка при достижении живой массы 100 кг, определить класс по следующим показателям:

- ✓ порода дюрок;
- ✓ хрячок;
- ✓ возраст достижения живой массы 100 кг – 150 дней;
- ✓ Затраты корма на 1 кг прироста живой массы – 2,30 кг;
- ✓ Толщина шпика в точке Р1 – 12 мм;
- ✓ Толщина шпика в точке Р2 – 9 мм;
- ✓ Глубина мышцы в точке Р2 – 57 мм;
- ✓ Длина туловища – 125 см.

7. Перечислите отдельные стати экстерьера, которые входят в шкалу для оценки экстерьера ремонтного молодняка для хрячков и свинок.

8. С какими недостатками экстерьера выбраковываются свиньи из стада?

9. В каком возрасте и с какой живой массой впервые осеменяют свинок и пускают в случку хрячков?

10. По каким воспроизводительным качествам оценивают проверяемых и основных свиноматок?

11. Пользуясь шкалой для оценки проверяемых и основных свиноматок по воспроизводительным качествам определить класс по следующим показателям:

- ✓ порода дюрок;
- ✓ Многоплодие – 10 гол.;
- ✓ Число поросят в 30 дн. – 7,9 гол.;
- ✓ Масса гнезда в 30 дн. – 72 кг.

12. Пользуясь шкалой для оценки проверяемых и основных свиноматок по воспроизводительным качествам определить класс по следующим показателям:

- ✓ брейтовская порода;
- ✓ Многоплодие – 9,3 гол.;
- ✓ Число поросят в 30 дн. – 8,6 гол.;
- ✓ Масса гнезда в 30 дн. – 65 кг.

13. Масса гнезда в возрасте 38 дней составила 85 кг. С помощью поправочного коэффициента для пересчета живой массы гнезда при отъеме в 30 дней, рассчитать живую массу гнезда.

14. Масса гнезда в возрасте 53 дней составила 102 кг. С помощью поправочного коэффициента для пересчета живой массы гнезда при отъеме в 30 дней, рассчитать живую массу гнезда.

15. Рассчитать возраст достижения массы 100 кг, если фактический возраст в день последнего взвешивания составил 60 дней, фактическая живая масса животного в день последнего взвешивания – 28 кг, при среднесуточном приросте живой массы на выращивании 600 г.

16. Пользуясь шкалой для оценки проверяемых и основных хряков и свиноматок по откормочным и мясным качествам потомства определить класс по следующим показателям:

- ✓ скороспелая мясная порода;
- ✓ средний возраст достижения живой массы 100 кг – 160 дн.;
- ✓ затраты корма на 1 кг прироста живой массы – 2,6 кг;
- ✓ Толщина шпика в точке P1 – 16 мм;
- ✓ Толщина шпика в точке P2 – 12 мм;
- ✓ Глубина мышцы в точке P2 – 57 мм.

10 ЛИНЕЙНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЭКСТЕРЬЕРА КОРОВ

Линейный метод оценки экстерьера дает возможность получить объективное представление об отдельных животных и стадах в целом, позволяет зоотехникам-селекционерам вести корректирующий подбор с целью устранения отдельных недостатков экстерьера коров и влиять на тип телосложения животных. В России линейный метод оценки экстерьера утвержден в 1996 г.

Линейная оценка типа телосложения – это изображение статей, основанное на описании отдельных наиболее важных экстерьерных признаков, имеющих функциональное значение и поддающихся учету. Методика линейной оценки основана на определении степени выраженности каждого в отдельности взятого признака экстерьера в сравнении с желательным (идеальным) его развитием. Этот метод представляет собой детальное описание животного: глазомерно или при помощи специальных шкал и измерений.

Оценка типа телосложения проводится согласно правилам оценки телосложения дочерей быков–производителей молочно-мясных пород по двум системам А и Б.

А – это линейная система оценки телосложения.

Б – 100-балльная система (визуальная оценка коров по комплексу признаков).

Оценке по типу телосложения по системам А и Б подлежат коровы первого отела в организациях по племенному животноводству. Коровы должны быть оценены в период с 30-го до 120-го дня лактации (до 150-го дня).

А – линейная система оценки

Каждый из признаков, включенный в линейную систему оценки, имеет самостоятельное значение и оценивается изолированно от других по линейной шкале от 1 до 9 баллов. Средний балл – 5. Числа 1 и 9 баллов означают экстремальные отклонения признака. Оценка проводится визуально, но в случае сомнения животные могут быть измерены.

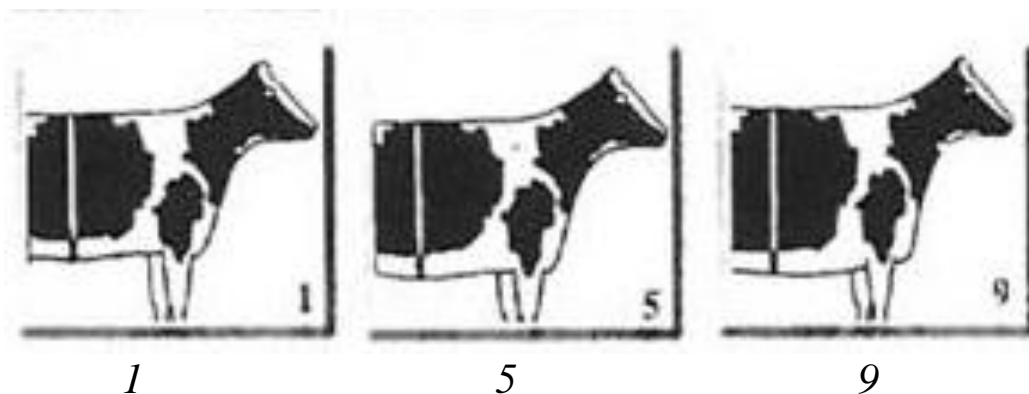
К признакам линейной оценки относят:

1. Рост. Измеряется мерной палкой (см) в наивысшей точке крестцовой кости.



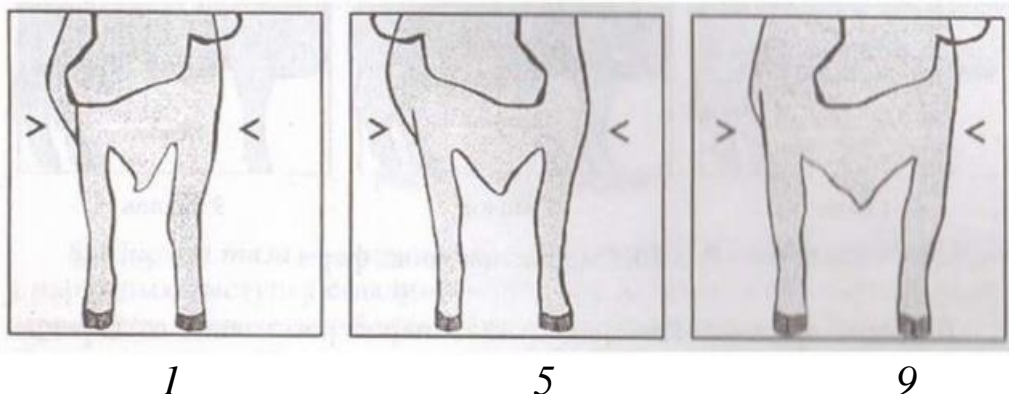
1 – очень низкий (~125 см); **3** – низкий (~131 см); **5** – средний (~137 см); **7** – высокий (~143 см); **9** – очень высокий (149 см и более)

2. Глубина туловища. Оценивается глубина средней части туловища в области последнего ребра.



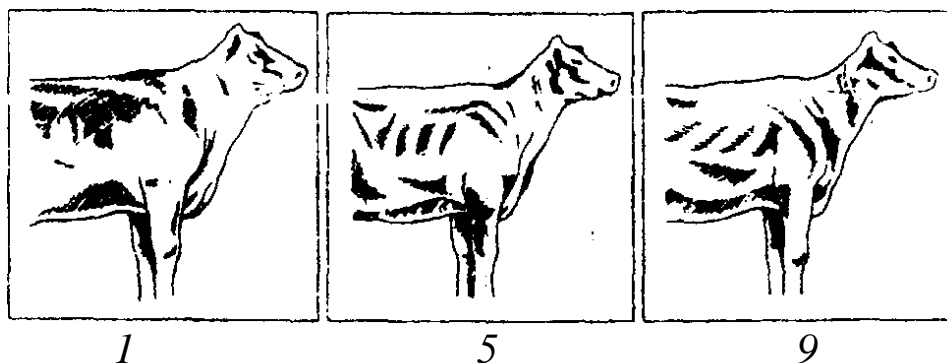
1 – очень мелкое (менее 73 см); **3** – мелкое (~76 см); **5** – средней глубины (~80 см); **7** – глубокое (~84 см); **9** – очень глубокое (87 см и более)

3. Крепость телосложения. Оценивается передняя часть туловища – вид спереди. Обращается внимание на ширину грудной кости.



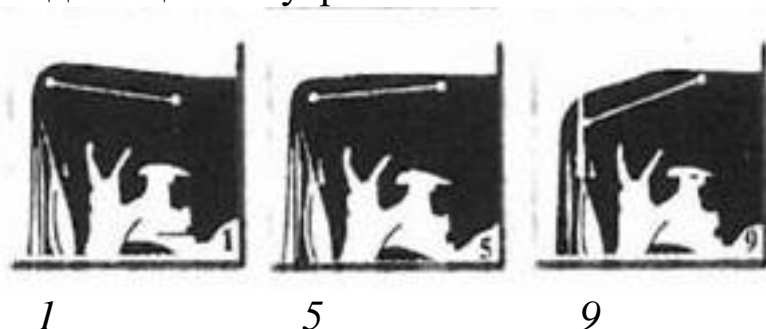
1 – очень слабое и очень узкое (менее 23 см); **3** – слабое и узкое (~26 см); **5** – среднее (~30 см); **7** – крепкое и широкое (~34 см); **9** – очень крепкое и широкое (более 37 см)

4. Молочные формы. Оценивается открытость и плоскость ребра, расстояние между ребрами и их наклон, худощавость бедер и длина шеи.



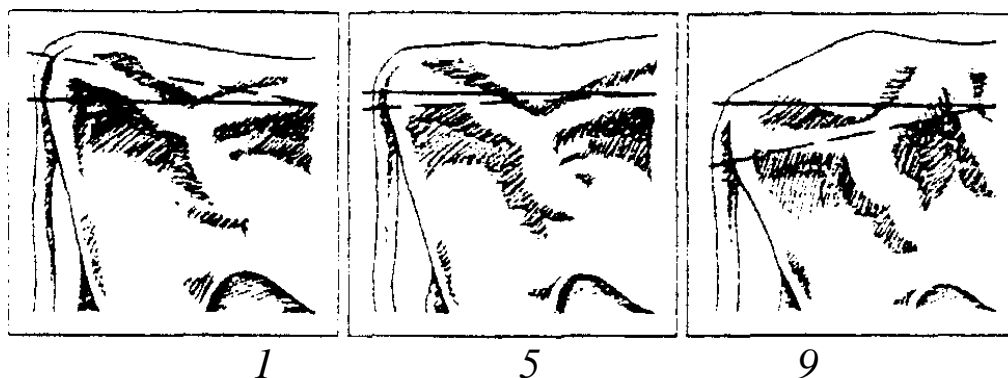
1 – очень плохо выражены; **3** – плохо выражены; **5** – средне выражены; **7** – хорошо выражены; **9** – очень хорошо выражены

5. Длина крестца. Измеряется расстояние от крайнего переднего выступа подвздошной кости (маклока) до крайнего заднего внутреннего выступа седалищного бугра.



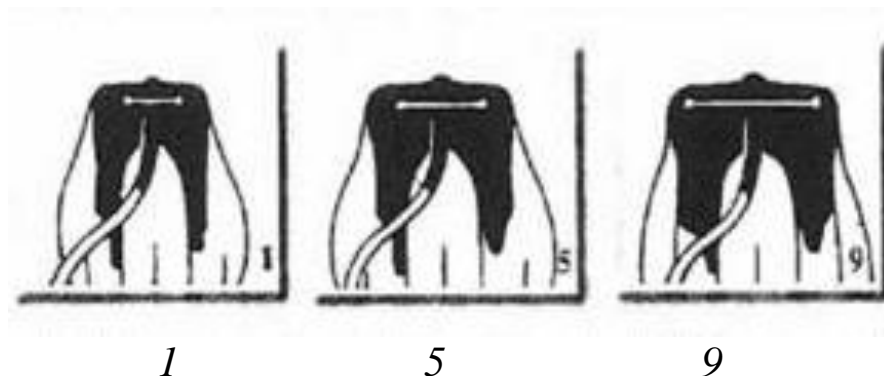
1 – очень короткий (менее 44 см); **3** – короткий (~48 см); **5** – средний (~53 см); **7** – длинный (~58 см); **9** – очень длинный (63 см и более)

6. Положение таза. Определяется наклон предполагаемой линии между маклоками и седалищными буграми.



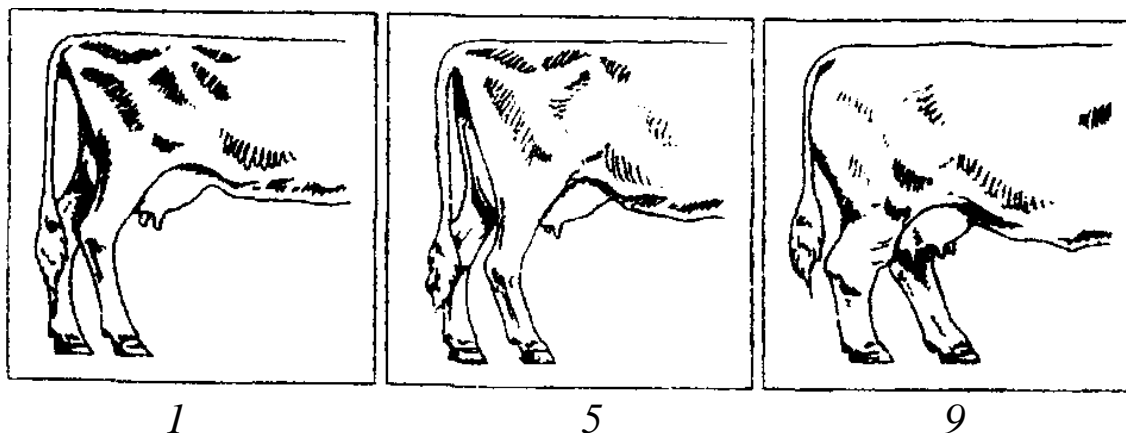
1 – сильно приподнятый (седалищные бугры выше маклоков на 4 см и более); **3** – прямой (седалищные бугры расположены на уровне маклоков); **5** – седалищные бугры расположены ниже маклоков на 4 см; **7** – свислый (седалищные бугры ниже маклоков на 8 см); **9** – сильно свислый (седалищные бугры расположены ниже маклоков на 12 см и более)

7. Ширина таза. Оценивается ширина в наружных выступах седалищных бугров.



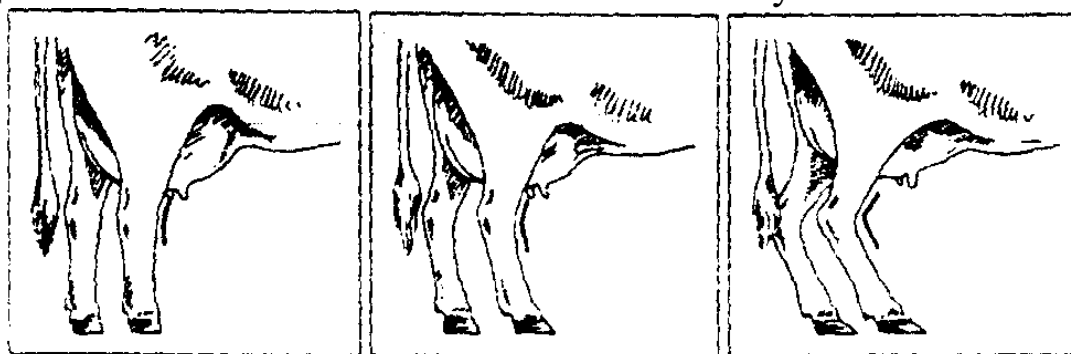
1 – очень узкий (менее 32 см); **7** – широкий (~40 см); **3** – узкий (~34 см); **9** – очень широкий (более 43 см); **5** – средний (~37 см)

8. Обмускуленность. Определяется по степени развития мускулатуры в области крестца и бедер.



1 – очень слабая **3** – слабая **5** – средняя **7** – сильная **9** – очень сильная

9. Постановка задних ног (вид сбоку). Определяется угол изгиба задней конечности в области скакательного сустава.



1

5

9

1 – слишком прямая (слоновая); 3 – прямая постановка; 5 – средний изгиб; 7 – изогнуты; 9 – сильно изогнуты (саблистая)

10. Угол копыта. Определяется углом, образованным передней стенкой копыта задней конечности относительно плоскости пола. В случае, если копыто длинное, то угол измеряется в верхней его части. При наличии различий в постановке копыт оцениваются оба, и принимается к оценке средний угол.



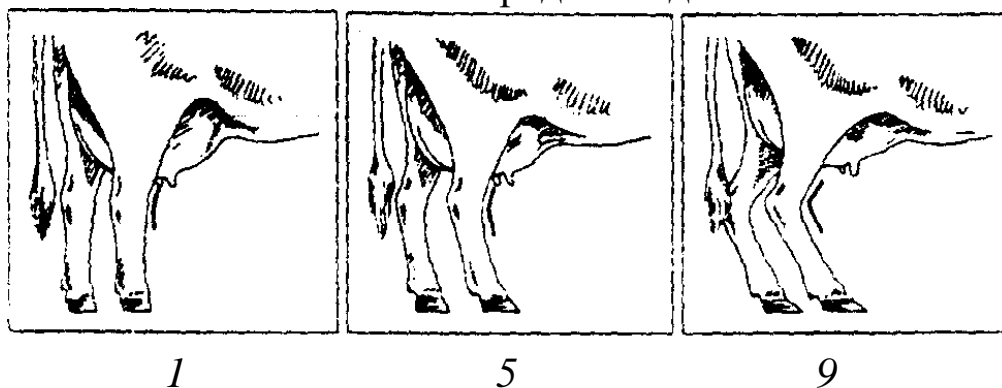
1

5

9

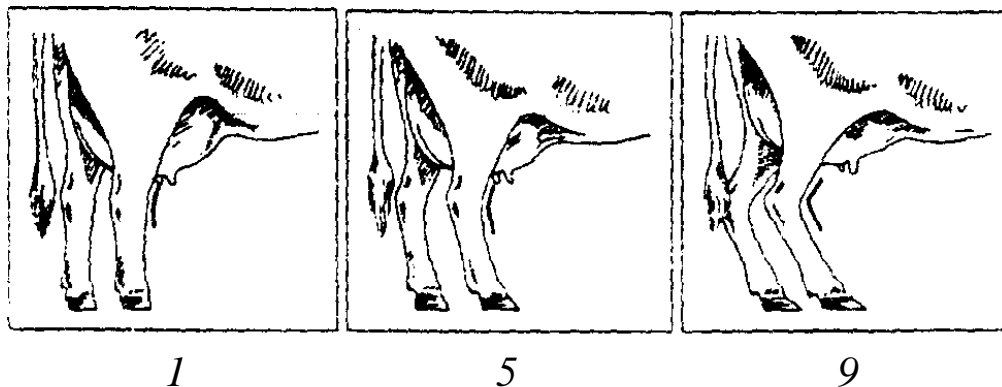
1 – плоское копыто (менее 35°); 3 – острый угол ($\sim 39^\circ$); 5 – средний угол ($\sim 45^\circ$); 7 – тупой угол ($\sim 51^\circ$); 9 – торцовое копыто (более 56°)

11. Прикрепление передних долей вымени. Определяется угол соединения области живота с передними долями вымени.



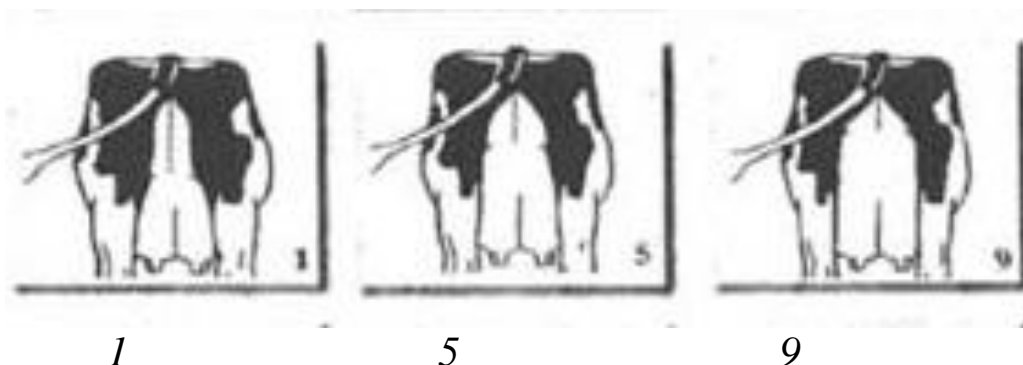
1 – очень слабое **3** – слабое **5** – среднее **7** – плотное **9** – очень плотное

12. Длина передних долей вымени. Измеряется расстояние по горизонтали от точки соединения вымени с туловищем до боковой борозды вымени.



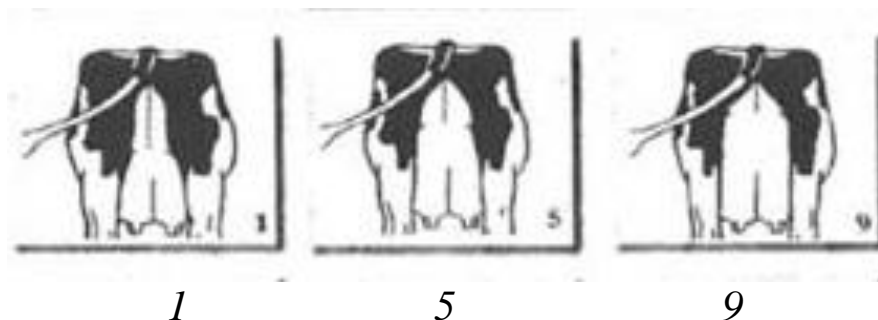
1 – очень короткие (менее 13 см); **3** – короткие (~16 см); **5** – средние (~20 см); **7** – длинные (~24 см); **9** – очень длинные (более 27 см)

13. Высота прикрепления задних долей вымени. Измеряется расстояние между нижним краем вульвы и верхней линией секреторной части вымени.



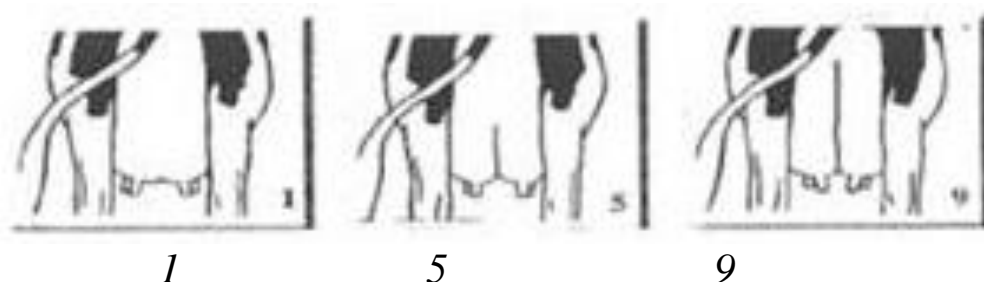
1 – очень низкое (более 35 см); **3** – низкое (~31 см); **5** – среднее (~26 см); **7** – высокое (~21 см); **9** – очень высокое (менее 16 см)

14. Ширина задних долей вымени. Измеряется расстояние по горизонтали между точками прикрепления вымени к телу.



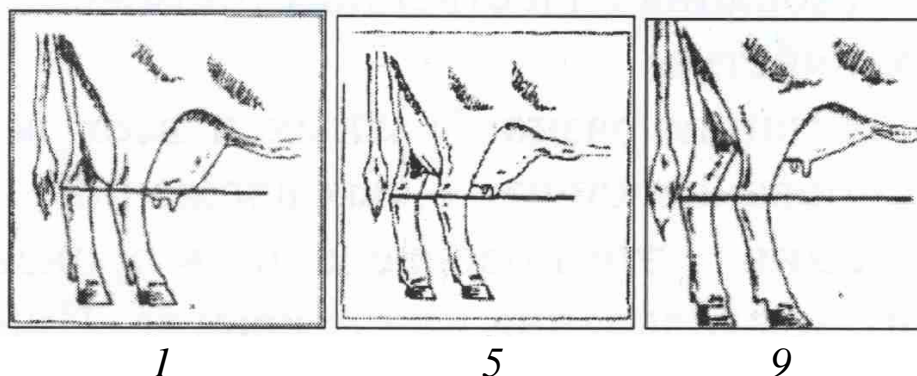
1 – очень узкое (менее 7); **3** – узкое (~10 см); **5** – среднее (~16 см); **7** – широкое (~18 см); **9** – очень широкое (более 21 см)

15. Борозда вымени. Оценивается глубина борозды вымени, образуемая центральной поддерживающей связкой. Точкой измерения является глубина борозды между задними четвертями вымени.



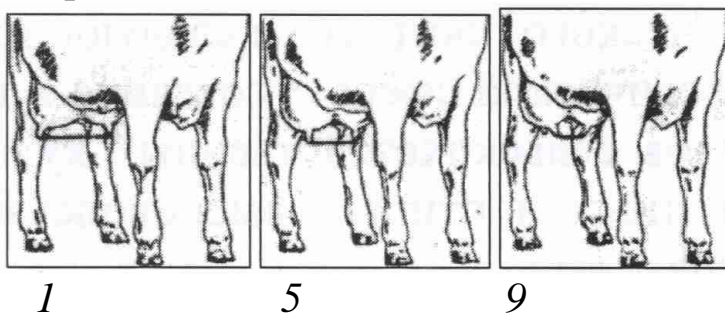
1 – очень мелкая (менее 0,5 см); **3** – мелкая (~2,0 см); **5** – средняя (~3,5 см); **7** – глубокая (~5,0 см); **9** – очень глубокая (более 6,5 см)

16. Положение дна вымени. Определяется расстояние между предполагаемой линией на уровне скакательного сустава и нижней точкой дна вымени.



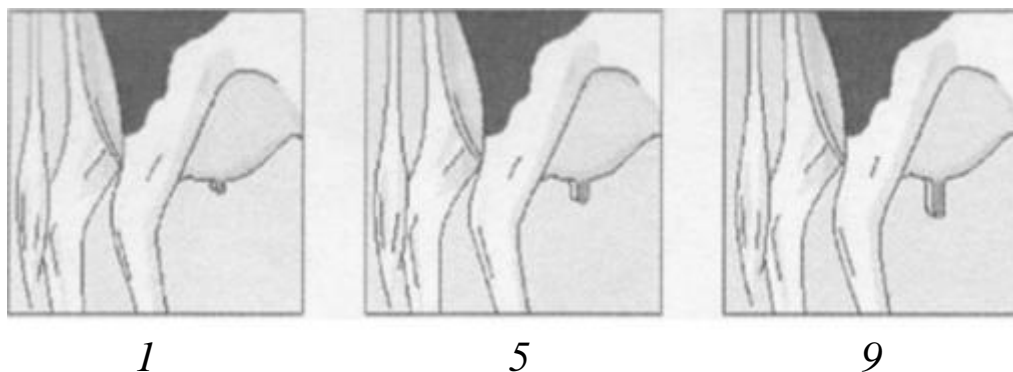
1 – очень низкое (ниже скакательного сустава на 7 см и более); **3** – низкое (ниже скакательного сустава на 1 см); **5** – среднее (выше скакательного сустава на 5 см); **7** – высокое (выше скакательного сустава на 11 см); **9** – очень высокое (выше скакательного сустава на 17 см и более)

17. Расположение передних сосков. Оценивается расстояние между кончиками передних сосков.



1 – очень широкое (30 см и более); **3** – широкое (~25 см); **5** – среднее (~19 см); **7** – узкое (~13 см); **9** – очень узкое (менее 9 см)

18. Длина сосков. Измеряется наиболее длинный сосок.



1 – очень короткие (менее 3 см); **3** – короткие (~4 см); **5** – средние (~6 см); **7** – длинные (~8 см); **9** – очень длинные (10 см и более)

Полученные результаты оценки каждого признака используются для построения линейного профиля. На нем обозначается вертикальная осевая (нулевая) линия, от которой влево или вправо обозначаются нормированные отклонения каждого признака у оцененных животных (дочерей быка), выраженные в долях сигмы (σ), которые рассчитываются по формуле 20:

$$\frac{M_1 - M_2}{\sigma} \quad (27)$$

M_1 – средний показатель дочерей оцениваемого быка;

M_2 – средний по породе (модельный тип);

σ – среднее квадратическое отклонение по породе.

Отклонение признака вправо или влево от осевой линии свидетельствует об усилении той или иной биологической крайности у потомков быка по сравнению со средней коровой данной популяции или со средними данными сверстниц. Отклонение выражается в долях сигмы (σ) и называется «стандартная передающая способность» быка (ПСТ).

Результаты оценки быка по типу телосложения дочерей изображаются в виде графического экстерьерного профиля.

В дополнение к рассмотренным признакам, включенным в линейную оценку типа телосложения, предусматривается учитывать недостатки экстерьера, влияющие на состояние здоровья, производство молока и мяса.

Пример 22. На рисунке 4 построен линейный профиль быка-производителя Акробата 895.

Согласно экстерьерному профилю быка-производителя Акробата 895 можно сделать заключение, что бык оценен по типу телосложения на 27 дочерях, потомство быка характеризуется высокорослостью (142,7 см), глубоким туловищем (74,3 см), хорошо выраженными молочными формами (7,17 балла).

Потомство имеет длинный (52,4 см), несколько свислый (на 9,2 см), широкий (35,3 см) крестец, с достаточно хорошей обмускуленностью.

Постановка задних конечностей имеет тенденцию к саблистости.

Передние доли вымени длинные (23,0 см), имеют крепкое прикрепление к брюшной стенке туловища.

Задние доли вымени характеризуются несколько низким и широким прикреплением.

Дно вымени расположено высоко относительно скакательных суставов, борозда вымени мелкая.

Передние соски меньше, чем у сверстниц и узко расположены.

Линейный профиль быка-производителя									
Акробат 895				Число дочерей 27					
Признак	Тенденция	-2	-1	0	+1	+2	Тенденция	ПСТ в долях σ	min – max $\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$
Рост	низкий						высокий	+ 0,98 В	135 – 154 142,67 ± 0,81
Глубина туловища	мелкое						глубокое	+ 0,04 Г	67 – 80 74,33 ± 2,04
Крепость телосложения	слабое						крепкое	- 0,22 С	19 – 33 25,00 ± 2,92
Молочные формы	плохо выраженные						хорошо выраженные	+ 0,46 Х	5 – 8 б. 7,17 ± 0,48
Длина крестца	короткий						длинный	+ 0,22 Д	48 – 59 52,37 ± 0,49
Положение таза	приподнятый						свислый	+ 0,20 С	131 – 153, 140,52±0,94 125 137
Ширина таза	узкий						широкий	+ 0,27 Ш	20 – 47 35,30 ± 1,08
Обмускуленность	слабая						сильная	+ 0,41 С	5 б.
Постановка задних ног	слоновая						саблистая	+ 0,47 С	5 – 7 б. 6,17 ± 0,40
Угол копыта	острый						тупой	-0,03 О	1 – 5 б. 2,05 ± 0,35
Прикрепление передних долей вымени	слабое						крепкое	+ 0,42 К	4 – 8 б. 5,50 ± 0,56
Длина передних долей вымени	короткие						длинные	+ 1,29 Д	22 – 24 23,00 ± 1,00
Высота прик. задних долей вымени	низкое						высокое	- 0,03 Н	18 – 20 19,00 ± 1,00
Борозда вымени	мелкая						глубокая	- 0,33 М	2,0 – 3,5 2,75 ± 0,75
Ширина задних долей вымени	узкие						широкие	+ 0,48 Ш	12,0
Положение дна вымени	низкое						высокое	+ 0,35 В	6 – 7 б. 6,67 ± 0,21
Расположение передних сосков	широкое						узкое	+ 1,30 У	10 – 12 11,00 ± 1,00
Длина сосков	короткие						длинные	- 0,95 К	4 – 6 5,00 ± 1,00

Рисунок 4 – Линейный профиль быка-производителя Акробата

895

Учет недостатков экстерьера коров

В дополнение к указанным выше признакам линейной системы оценки учитывают следующие недостатки экстерьера, влияющие на состояние здоровья, производство молока и мяса.

Общий вид: слабо выражен тип породы; костяк грубый; костяк переразвито нежный; непропорциональное телосложение; общая недоразвитость.

Голова: тяжелая; узкая, слабая (переразвитая); слабая, мелкая челюсть.

Шея: короткая; грубая с толстыми складками кожи; вырезанная, слабо обмускуленная.

Грудь: крыловидная лопатка; перехват и западины за лопатками; раздвоенная, широкая холка; высокая, острая холка.

Спина: узкая; провислая; горбатая.

Поясница: узкая; провислая; крышеобразная.

Крестец: короткий; крышеобразный; шилозадый.

Корень хвоста: приподнятый; вложенный; грубый.

Ноги: слабые бабки; сближенные в запястных суставах; сближенные в скакательных суставах.

Копыта: широкая межкопытная щель; узкие, длинные; мелкая задняя стенка.

Вымя: мясистое; малого объема (примитивное); слабо развиты передние доли (козье); сильно разделено на четверти (вид сбоку); наклонное дно вымени; асимметрия долей.

Соски: сближены сзади; передние соски расположены не вертикально; задние соски расположены наклонно, толстые, тонкие, неудовлетворительной формы, дополнительные соски; истечение молока.

Перечисленные характеристики служат для более полной оценки экстерьера. Они не имеют цифрового выражения. При наличии каких-либо недостатков в карточке оценки экстерьера при слабом их выражении в квадратике с его названием ставится знак V или VV.

Б – 100-балльная система

(визуальная оценка коров по комплексу признаков)

Наряду с линейным описанием признаков, осуществляется комплексная оценка статей экстерьера и телосложения коров по 100-балльной шкале.

Наивысшим баллом (100) оценивается животное идеального сложения (модельное животное). Оценка конкретных коров проводится путем сопоставления с моделью. Осмотр и оценку коров проводят на площадках с твердым покрытием. Животных осматривают на расстоянии и вблизи, в состоянии покоя и движения.

Общая оценка коров устанавливается по комплексу признаков, характеризующих объем туловища, выраженность молочных признаков, качество ног, вымени и общий вид животного по формуле 28:

$$ОЦ = 0,10 * ОТ + 0,15 * МТ + 0,15 * Н + 0,40 * В + 0,20 * ОВ, \quad (28)$$

где *ОЦ* – общая оценка;

ОТ – объем туловища;

МТ – выраженность молочных признаков;

Н – ноги;

В – вымя;

ОВ – общий вид.

По каждой группе признаков устанавливается балл от 1 до 100
таблица 36.

Таблица 36 – Классификация коров по типу телосложения

Категория	Балл
Превосходный	90 и >
Отличный	85-89
Хороший с плюсом	80-84
Хороший	75-79
Удовлетворительный	65-74
Плохой	50-64

При установлении балла классификатор принимает во внимание возраст первой случки, число лактаций, период лактации.

Присуждение 90 баллов и более возможно только в присутствии комиссии. Первотелки не могут быть оценены выше 89 баллов. Повторную оценку разрешается проводить лишь в следующую лактацию. При этой системе оценки за комплекс признаков по породе принимается средний балл, равный примерно 80. Результаты оценки коров и быков по типу телосложения используют при отборе и подборе животных. Во время оценки на каждую корову заполняется карточка оценки экстерьера, содержащая основные сведения о животном, ре-

зультаты линейного описания и оценки по комплексу признаков с указанием недостатков экстерьера (таблица 37).

Таблица 37 – Карточка оценки экстерьера коров

Идентификационный №, кличка		Порода, породность		Отец (идентифик. №)		Мать (идентифик. №)		Линия								
Дата, место рождения		№ лактации		Дата отела		Предыдущая ОЦ		Владелец – наименование, регион								
ЛИНЕЙНАЯ ОЦЕНКА ЭКСТЕРЬЕРА					НЕДОСТАТКИ ЭКСТЕРЬЕРА											
соответствующий балл (0)					слегка выражены (✓) сильно выражены (✓✓)											
Рост	низкий	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ОБЩЕЕ РАЗВИТИЕ					
Глубина туловища	мелкое	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	Слабо выраж. тип породы	2	Костяк грубый	3	Костяк переразвитонежн.
Крепость телослож.	слабое	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	Телосложение непропорциональное			5	Общая недоразвитость
ГОЛОВА																
Молочные формы	плохо выраж.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6	Тяжелая	7	Узкая слабая переразвитая	8	Слаб. мелкая челюсть
ШЕЯ																
Длина крестца	короткий	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	Короткая	10	Груб. с толст. складк. кожи	11	Слабо обмускуленная
Положение таза	припод.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ГРУДЬ					
Ширина таза	узкий	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	Крыловидная лопатка	13	Перехват за лопатками	14	Раздвоенная широк. холка
Обмускуленность	слабая	1	2	3	4	5	6	7	8	9	15	Высокая, острая холка				
СПИНА																
Постановка задн. ног	слоновая	1	2	3	4	5	6	7	8	9	16	Узкая	17	Провислая	18	Горбатая
ПОЯСНИЦА																
Угол копыта	острый	1	2	3	4	5	6	7	8	9	19	Узкая	20	Провислая	21	Крышеобразный
КРЕСТЕЦ																
Прикреплен. перед. долей вымени	слабое	1	2	3	4	5	6	7	8	9	22	Короткий	23	Крышеобразный	24	Шилозадый
КОРЕНЬ ХВОСТА																
Длина перед. долей вымени	короткие	1	2	3	4	5	6	7	8	9	25	Приподнятый	26	Вложенный	27	Грубый
НОГИ																
Высота прикрепл. задн. колей вымени	низкие	1	2	3	4	5	6	7	8	9	28	Слабые бабки	29	Сближен. в запяст. суст.	30	Сближен. в скакат. суст.
КОПЫТА																
Ширина задн. долей вымени	узкие	1	2	3	4	5	6	7	8	9	31	Широк. межкопыт. щель	32	Узкие, длинные	33	Мелкая задняя стенка
ВЫМЯ																
Борозда вымени	мелкая	1	2	3	4	5	6	7	8	9	34	Мясистое	35	Малого объема (примит.)	36	Слабо разв. перед. доли
Положение дна вымени	низкое	1	2	3	4	5	6	7	8	9	37	Сильно разд. на четв. сбоку	38	Наклонное дно вымени	39	Асимметрия долей вым.
СОСКИ																
Расположение передних сосков	широк	1	2	3	4	5	6	7	8	9	40	Сближены ссади	41	Перед. расп. не вертикальн.	42	Задние расп. Наклонно
Длина сосков	короткие	1	2	3	4	5	6	7	8	9	43	Толстые	44	Тонкие	45	Неудовлетворит. формы
											46	Дополнительные соски			47	Истечение молока
ОЦЕНКА ЭКСТЕРЬЕРА ПО КОМПЛЕКСУ ПРИЗНАКОВ																
Результат классификации		Оценка, балл														
Категория	ОЦ (балл)	ОТ (объем туловища)		МТ (выраженность молоч. признаков)			Н (ноги)		В (вымя)		ОВ (общий вид)					
ЗАМЕЧАНИЯ:																
Дата, время оценки				Время последнего доения				Бонитер (Ф.И.О., подпись)								

Контрольные задания

1. Используя данные таблицы 48, вычислить средний балл для каждого признака у дочерей быка-производителя Активист 15 и построить экстерьерный профиль.

2. Используя данные таблицы 49, рассчитать среднее значение признака и стандартное отклонение признака по стаду сверстниц, полученные данные взять за стандарт, построить экстерьерный профиль для каждого быка.

3. Комплексная оценка коров-первотелок представлена в таблице 38. Рассчитать общую оценку по комплексу признаков и сделать вывод, к какой категории по типу телосложения относится корова.

Таблица 38 – Комплексная оценка коров-первотелок, балл

Показатели	Кличка и номер коровы		
	Марта 3234	Фиалка 2376	Джемма 2725
Объем туловища	78,7	80,7	83,3
Выраженность молочных признаков	79,6	80,5	82,9
Ноги	79,8	79,5	81,0
Вымя	69,9	81,4	83,4
Общий вид	78,2	81,1	84,1
Общий балл за тип			
Категория			

4. Что понимают под линейной оценкой типа телосложения?

5. По каким признакам проводится линейная оценка экстерьера?

6. По сколько балльной шкале оценивается каждый признак, включенный в линейную систему оценки.

7. С какого года применяется линейная система оценки экстерьера в России?

8. Кто подлежит линейной оценке типа телосложения?

9. Как построить линейный профиль быка?

10. Какие недостатки экстерьера коров учитываются в дополнение линейной оценке?

Таблица 39 – Карточка для линейной оценки

№ п/п	Признаки	Стандарт		Корова					Среднее	Отклонения, σ
		балл	σ	Глаша 2776	Ветка 2890	Гера 4205	Слава 3059	Жанна 4605		
1.	Рост	4,70	1,53	2	6	3	5	5		
2.	Глубина туловища	2,90	2,06	2	4	1	3	3		
3.	Крепость телосложения	4,41	2,33	3	4	2	4	4		
4.	Молочные формы	5,83	1,55	7	7	6	5	5		
5.	Длина крестца	2,81	1,57	4	4	3	5	5		
6.	Положение таза	4,98	1,78	6	1	6	3	3		
7.	Ширина таза	2,89	2,51	1	3	1	3	3		
8.	Обмускуленность	4,88	1,88	7	3	6	5	5		
9.	Постановка задних ног (вид сбоку)	5,71	2,03	3	3	5	5	5		
10.	Угол копыта	3,82	2,62	2	3	3	4	4		
11.	Прикрепление передних долей вымени	4,96	1,64	6	7	6	5	5		
12.	Длина передних долей вымени	3,83	1,83	1	4	2	3	3		
13.	Высота прикрепления задних долей вымени	6,11	1,82	8	9	5	9	9		
14.	Ширина задних долей вымени	4,06	1,71	8	4	7	9	9		
15.	Борозда вымени	3,88	1,35	4	3	2	3	3		
16.	Положение дна вымени	5,81	1,71	8	7	9	7	7		
17.	Расположение передних сосков	6,52	1,29	8	6	5	7	7		
18.	Длина сосков	5,30	1,12	4	4	5	3	3		

Таблица 40 – Линейные признаки потомства быков-производителей

№ п/п	Признаки	Кличка и номер быка						
		Дракон 1439	Винфилд-М 431903363	АльтаРЭЙД 72987965	Ног Бадус-М 490459	Ног Раулио-М 490480	Лэнд Юнге-М 465411	Якорь 1503
1.	Рост	5,2	5,0	4,5	4,7	5,0	4,7	6,0
2.	Глубина туловища	1,0	5,2	5,0	5,0	3,0	5,0	3,5
3.	Крепость телосложения	6,0	5,0	5,8	5,1	4,8	9,0	3,1
4.	Молочные формы	5,2	6,1	4,5	5,4	5,1	5,0	6,2
5.	Длина крестца	2,9	2,8	3,2	2,8	1,5	2,8	1,2
6.	Положение таза	4,8	4,5	1,3	4,7	4,9	5,0	4,0
7.	Ширина таза	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0
8.	Обмускуленность	4,8	5,1	5,2	4,8	5,0	4,9	8,0
9.	Постановка задних ног (вид сбоку)	5,0	5,0	4,7	5,0	4,9	5,3	6,5
10.	Угол копыта	5,9	5,5	4,7	4,9	5,2	5,0	2,9
11.	Прикрепление передних долей вымени	3,5	4,7	7,3	4,9	4,0	3,9	7,2
12.	Длина передних долей вымени	5,0	5,1	5,0	5,0	5,0	5,0	3,8
13.	Высота прикрепления задних долей вымени	6,5	5,5	6,0	6,5	7,0	6,5	6,5
14.	Ширина задних долей вымени	6,9	4,9	5,1	5,1	6,8	6,8	3,1
15.	Борозда вымени	4,6	4,5	4,6	4,5	4,1	4,5	2,8
16.	Положение дна вымени	5,6	5,3	5,5	3,9	4,2	5,5	6,2
17.	Расположение передних сосков	5,8	4,8	5,8	5,9	5,0	5,8	7,0
18.	Длина сосков	5,2	5,7	5,4	5,6	5,7	4,9	5,0

11 ПРИНЦИП И МЕТОДОЛОГИЯ ГЕНОМНОЙ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

На смену классической оценке племенной ценности крупного рогатого скота по продуктивности предков приходят геномные технологии, позволяющие изменить селекционно-племенную работу предприятия и сделать ее более эффективной. Геномная оценка позволяет получить информацию непосредственно о геноме животного и составить его геномный паспорт.

До появления метода геномной оценки, все, что можно было узнать о генетическом потенциале молодого животного, происходило из усредненных показателей его родителей. Эти показатели представляли собой среднее значение прогнозируемой передающей способности родителей животного и невозможно было определить, какие гены унаследовало молодое животное: лучше или хуже среднего значения. Необходимо было ожидать два года до того, как у коровы проявятся ее характеристики, а в случае с быками – пять лет, пока начнут лактацию их дочери. Инбридинг раньше определялся по данным родословной, а в настоящее время – по гомозиготности, измеряемой по образцу ДНК.

Генетическая экспертиза проводится методами анализа ДНК. Методы генетической идентификации основаны на определении генотипов животных по микросателлитным локусам ДНК или по ОНП (однонуклеотидному полиморфизму) с помощью генетических чипов. Для анализа используют панель микросателлитных локусов или панель ОНП (SNPsingle nucleotide polymorphism), рекомендованных Международным обществом генетики животных (ISAG – international society of animal genetic, www.isag.org).

Животных анализируют по 117 параметрам, 40 из которых влияют на полезные признаки крупного рогатого скота. На 30 % удой зависит от потенциала, заложенного в геноме коровы. Геномная технология позволяет в раннем возрасте определить, какие комбинации передались теленку от родителей, и принять решение о целесообразности его разведения или продаже.

Для получения информации о геноме животного у него берется образец крови, шерсти, тканей или семени, из которых извлекается молекула ДНК. После этого она помещается на микросхему, которая анализирует различия в вышеупомянутых последовательностях вели-

чиной в один нуклеотид (иначе SNP – «снип»), равномерно распределенных по хромосомам животных.

Связи между маркерами SNP и функционально важными генами, наблюдаемыми у предков животного, остаются на протяжении нескольких поколений, что позволяет «заглядывать» в будущее молодого животного.

Термин «геномная селекция» был предложен Хайли и Вишером в 1998 году, а Мовиссен с соавторами в 2001 году разработали принципиальную методологию аналитической оценки племенной ценности на основе ДНК-маркеров, которые охватывают весь геном животного.

Несомненно, начальным этапом геномной селекции является маркерная селекция. Известно, что большая часть хозяйственно ценных селекционных признаков имеет полигенный характер, т.е. контролируется множеством генов. При этом изменчивость признаков под воздействием факторов внешней среды может достигать 50 %. В то же время имеются гены или группа генов, а точнее аллели этих генов, вклад которых в проявление того или иного признака продуктивности при любых условиях среды более значителен и имеет четко выраженный эффект. Такие гены называются основными генами количественных признаков (Quantitative Trait Loci, QTL).

Молекулярно-генетические методы позволяют определить различия между животными по аллельным вариантам в локусах ДНК, которые или непосредственно влияют на проявление признака, либо связаны с QTL, что делает возможным картировать эти локусы и проводить отбор животных непосредственно по генотипам, т.е. по генетическим маркерам. Такой подход получил название маркерной селекции или MAS-селекции (Marker Assisted Selection, MAS).

Как правило, фрагменты ДНК, которые расположены близко друг к другу на хромосоме, наследуются сцепленно. Это явление позволяет использовать генетические маркеры для локализации сцепленных с ними QTL. Ряд стран с развитым животноводством использовали MAS-селекцию для оценки животных в раннем возрасте до определения их племенной значимости по продуктивным показателям потомства. Однако результаты картирования QTL в ряде случаев не совпадали.

Сайты сцепления, установленные учеными в одних популяциях животных, не подтверждались в исследованиях других, выполненных на животных других стад.

Успехи в совершенствовании методов биологии и молекулярной генетики, накопление фундаментальных знаний в этих областях позволило к 2010 году расшифровать геномы основных видов сельскохозяйственных животных – крупного рогатого скота, свиней, овец и проводить генотипирование животных по тысячам ДНК-маркеров. Было установлено, что из всех генетических маркеров наиболее информативным и удобным для использования в практической прикладной селекции является SNP (Single Nucleotide Polymorphism), так называемый снп или однонуклеотидный полиморфизм, т.е. отличие в последовательности ДНК размером в один нуклеотид (А, Т, С или G), которое может быть причиной изменения последовательности чередования аминокислот в белке.

В зависимости от такого изменения действие белка в цепочке биохимических реакций усиливается или ослабляется, что в свою очередь изменяет в ту или иную сторону проявление признака продуктивности.

Многолетними исследованиями было установлено, что у сельскохозяйственных животных насчитывается несколько сотен тысяч таких маркеров, в среднем один на 50 тысяч нуклеотидов, которые равномерно распределены по всему геному. Для быстрого получения информации о геномных профилях животного компании Illumina и Affymetrix разработали ДНК-чипы, позволяющие типировать генотип животного более чем по 50 тысячам SNP-маркеров.

ДНК-чип представляет собой подложку с нанесенными на нее ячейками, в которых помещено вещество-реагент. Как правило, исследуемый материал помечают различными метками (чаще флуоресцентными красителями) и наносят на ДНК-биочип. Вещество-реагент (олигонуклеотид) при классической ПЦР-реакции связывает в исследуемом материале ДНК только комплементарный фрагмент. В результате в той ячейке, где произошла реакция, регистрируется свечение. Таким образом, в 50 тысячах локусов можно выявить присутствие или отсутствие желательного для селекции аллеля. Для каждого SNP-маркера путем использования генетикостатистического анализа (самыми распространенными и признанными являются лучший линейный несмещенный прогноз или BLUP – best linear unbiased prediction и Animal model) определяется значение и его доля в общей племенной ценности (Total Breeding Value, TBV).

Таким образом, геномная оценка (Total Genomic Breeding Value, TGBV) животного складывается из суммирования показателей обще-

го индекса племенной ценности с учетом коэффициентов значимости каждого SNP-маркера.

Основное преимущество геномной селекции – это возможность установить наследование в генах определенных ценных аллелей практически сразу после рождения.

Таким образом, селекционное значение генотипа животного оценивается напрямую, а не через фенотипическое проявление в период продуктивного использования. Таким образом, прогнозировать племенную ценность животного можно в самом раннем возрасте, что на порядок повышает эффективность селекционного отбора.

Экономический эффект от использования геномной селекции в расчете на одного быка-производителя составляет около 20 тыс. евро. Он складывается за счет экономии средств на проведение традиционной оценки по продуктивности потомков, которая занимает, как правило, в молочном скотоводстве 4-5 лет, при этом далеко не все производители признаются улучшателями. Так из 500 бычков, оцениваемых по качеству потомства, лишь десятая часть отбирается для дальнейшего племенного использования.

Преимущество геномной селекции значительно возрастает и при использовании технологии пересадки эмбрионов, эффективность которой во многом определяется точностью отбора коров-доноров. Сегодня более 25 стран ведут геномные исследования разных видов сельскохозяйственных животных, на реализацию которых выделяются значительные средства.

Для увеличения количества SNP-маркеров в последнее время многие зарубежные молекулярно-генетические лаборатории объединяют усилия, создавая единую базу данных, с тем чтобы иметь возможность сопоставить генотипы большего количества животных, оцененных по продуктивности, и определить наличие связей между известными точечными мутациями (SNP) и показателями племенной ценности.

В связи с созданием общего большого массива данных по племенной оценке молочного скота разных стран ведется разработка математической программы Genome Multi Trait Across Country Evaluation (GMTACE) для получения унифицированных результатов.

Контрольные задания

- 1.** Перечислите основные принципы геномной оценки производителей.
- 2.** Какова методология геномной оценки производителей?
- 3.** На чем основаны методы генетической идентификации?
- 4.** Что позволяют определить Молекулярно-генетические методы?
- 5.** В чем основное преимущество геномной селекции?

12 ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В МЯСНОМ СКОТОВОДСТВЕ

Оценку быков-производителей в мясном скотоводстве проводят на основании Порядка и условий проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности и внесении изменений в приказ Минсельхоза России от 19.10.2006 N 402 (с изменениями на 15 августа 2012 года).

Определение продуктивности

Оценка по живой массе быков-производителей проводится по последнему взвешиванию, животных старше 5 лет - по наивысшей живой массе за весь период жизни.

Минимальные требования по живой массе для определения класса быков-производителей, представлены в таблицах 18-25.

Оценка экстерьера и выраженности типа телосложения

Быки по конституции и экстерьеру оцениваются ежегодно с 2-летнего до 5-летнего возраста.

Особое внимание обращается на типичность мясной породы скота и выраженность желательного типа телосложения. Оценка быков-производителей и коров по конституции и экстерьеру проводится по шкале (таблица 41).

Таблица 41 – Шкала оценки конституции и экстерьера быков-производителей

Стати телосложения и общее развитие животного	Требования для оценки высшим баллом	Оценка		
		основной балл	коэффициент	общий балл
I. Общий вид, развитие и выраженность типа породы	Крупный формат телосложения, широкое и округлое туловище с хорошо выраженным мясным типом породы Хорошо развитая мускулатура, крепкий, но не грубый костяк	5	3	15
		5	2	10
II. Стати экстерьера: Голова, шея	Голова типичная для породы, шея	5	1	5

Грудь	хорошо обмуску- ленная Широкая, глубо- кая и округлая, без западин за ло- патками; хорошо развитый, широ- кий, выдающийся вперед соколок	5	2	10
Холка, спина, поясница	Широкая, мяси- стая холка, верх- няя линия ровная; широкие, длин- ные спина и по- ясница с хорошо развитой муску- латурой	5	3	15
Крестец	Ровный, широкий и длинный, хоро- шо заполненный мускулатурой; правильно поса- женный хвост	5	2	10
Мошонка	Нормальная с са- мостоятельно вы- раженной шей- кой, достигает уровня скака- тельного сустава	5	2	10
Околока	Хорошо развитая мускулатура, спускающаяся до скакательного су- става; внутренняя сторона ляжки мясистая; щуп выполнен на уровне с нижней линией туловища	5	2	10
Конечности	Правильно по- ставленные с крепкими копы- тами	5	3	15
ИТОГО				100

Недостатки конституции и экстерьера, за которые снижается балльная оценка, представлены в таблице 42.

Таблица 42 – Недостатки конституции и экстерьера, за которые снижается балльная оценка

Стати телосложения и общее развитие животного	Перечень недостатков
I. Общее развитие	Недоразвитость, компактный тип телосложения, костяк грубый или нежный, высоконоготь (не свойственная для породы), плохо развитая мускулатура, узкотелость, коническая форма мошонки - недоразвитость семенников, тип породы выражен слабо
II. Стати экстерьера:	
Голова, шея	Голова тяжелая, грубая, нетипичная для породы; шея узкая, вырезанная
Грудь	Неглубокая, узкая, с западинами за лопатками, слабо развитой мускулатурой, малый обхват грудной клетки, сокол развит слабо
Холка, спина, поясница	Холка узкая, острая; спина и поясница узкие, плохо выполненные мускулатурой; спина провислая или горбатая, провислая поясница (мягкая)
Окорока	Окорока и внутренние стороны ляжек плохо выполнены мускулатурой
Крестец	Короткий, свислый, крышеобразный, плохо выполненный мускулатурой; шилозадость, высоко или слишком низко посаженный хвост
Конечности	Постановка неправильная, задние - саблистые, передние и задние - сближение в суставах (иксообразные), слабый копытный рог

Оценка быков-производителей по экстерьеру и телосложению проводится согласно таблице 43.

Таблица 43 – Шкала оценки быков-производителей по экстерьеру и телосложению

Выраженность типа телосложе- ния		Конституция и экстерьер		Сумма баллов	Класс
высота в крестце, см	балл	по 100- балльной шкале (lim)	балл		
Породы: абердин-ангусская, галловейская, русская комолая					
133	10	90 и более	10	20	элита-рекорд
	10	85–89	7	17	элита-рекорд
	10	80–84	5	15	элита
128	8	90 и более	10	18	элита-рекорд
	8	85–89	7	15	элита
	8	80–84	5	13	элита
125	5	90 и более	10	15	элита
	5	85–89	7	12	элита
	5	80–84	5	10	I
	5	75–79	2	7	II
Породы: герефордская, казахская белоголовая, шортгорнская мясная					
140	10	90 и более	10	20	элита-рекорд
	10	85–89	7	17	элита-рекорд
	10	80–84	5	15	элита
135	8	90 и более	10	18	элита-рекорд
	8	85–89	7	15	элита
	8	80–84	5	13	элита
128	5	90 и более	10	15	элита
	5	85–89	7	12	элита
	5	80–84	5	10	I
	5	75-79	2	7	II
Порода: калмыцкая					
	10	90 и более	10	20	элита-

135	10	85–89	7	17	рекорд
	10	80–84	5	15	элита-рекорд элита
130	8	90 и более	10	18	элита-рекорд
	8	85–89	7	15	элита
	8	80–84	5	13	элита
126	5	90 и более	10	15	элита
	5	85–89	7	12	элита
	5	80–84	5	10	I
	5	75–79	2	7	II
Породы: лимузинская, санта-гертруда, салерская, обрак, аулиекольская					
143	10	90 и более	10	20	элита-рекорд
	10	85–89	7	17	элита-рекорд
	10	80–84	5	15	элита
138	8	90 и более	10	18	элита-рекорд
	8	85–89	7	15	элита
	8	80–84	5	13	элита
132	5	90 и более	10	15	элита
	5	85–89	7	12	элита
	5	80–84	5	10	I
	5	75–79	2	7	II
Породы: шароле, кианская, белая (светлая) аквитанская, менанжу, симментальская мясного типа					
145	10	90 и более	10	20	элита-рекорд
	10	85-89	7	17	элита-рекорд
	10	80-84	5	15	элита
140	8	90 и более	10	18	элита-рекорд
	8	85–89	7	15	элита
	8	80–84	5	13	элита
134	5	90 и более	10	15	элита
	5	85–89	7	12	элита
	5	80–84	5	10	I
	5	75–79	2	7	II

Определение класса быков-производителей

Оценка быков-производителей по комплексу признаков проводится согласно таблице 44.

*Таблица 44 – Шкала оценки быков-производителей
по комплексу признаков*

Признаки	Балл
а) живая масса, класс:	
элита-рекорд	35
элита	30
I класс	25
II класс	20
б) экстерьер и телосложение (таблица 50), класс:	
элита-рекорд	20
элита	15
I класс	10
II класс	5
в) оценка по собственной продуктивности, класс:	
элита-рекорд	20
элита	15
I класс	10
II класс	5
г) генотип, класс:	
элита-рекорд	25
элита	20
I класс	16
в том числе:	
оценка по качеству потомства (при селекционном индексе 100 и более):	
элита-рекорд	5
элита	4
I класс	3
породность:	
чистопородные	5
IV поколение	4
III поколение	3
мать, класс:	
элита-рекорд	5
элита	4
I класс	3
отец, класс:	
элита-рекорд	5
элита	4
I класс	3
оценка отца по собственной продуктивности, класс:	
элита-рекорд	5
элита	4
I класс	3
Сумма баллов	100

К комплексному классу элита-рекорд относятся быки-производители, имеющие живую массу, соответствующую требованиям класса элита и выше, породность не ниже IV поколения, минимальный комплексный балл за выраженность типа породы 11 баллов, оцененные по собственной продуктивности не менее класса элита и выше.

К комплексному классу элита относятся быки-производители, имеющие живую массу, соответствующую требованиям I класса и выше, породность не ниже IV поколения, минимальный комплексный балл за выраженность типа породы 9 баллов, оцененных по собственной продуктивности не менее I класса и выше.

Использование быков-производителей в организациях по племенному животноводству допускается после их оценки по собственной продуктивности (комплексные классы элита-рекорд и элита, селекционный индекс "А" не менее 110 баллов, по качеству потомства индекс "Б" не менее 102 баллов) и установления достоверности их происхождения.

Оценка по собственной продуктивности

Бычки оцениваются по признакам:

- интенсивность роста;
- затраты корма на 1 кг прироста за период выращивания (8-15 месяцев);
- живая масса и мясные формы в 15-месячном возрасте;
- выраженность типа телосложения по промерам высоты в крестце и оценке экстерьера по 5-балльной шкале в заключительный период испытания.

Во всех организациях, имеющих племенной крупный рогатый скот (быки-производители, коровы, бычки и телки) мясного направления продуктивности, ежегодно оцениваются не менее 3-5 голов быков-производителей, за каждым из которых закрепляют чистопородных коров возрастом не старше седьмого отела, отвечающих требованиям не ниже I класса. Все отобранные коровы должны быть случены в течение 2 месяцев (май - июль), для того, чтобы произвести более достоверную оценку быков-производителей, которые к 3-3,5-летнему возрасту проходят двухэтапную оценку по собственной продуктивности и качеству потомства.

Полученный приплод до 7-8-месячного возраста выращивается на подсосе под коровами в подконтрольных стадах. После отъема отбирается одинаковое количество хорошо развитых потомков каждого оцениваемого быка-производителя (не менее 20 голов бычков и не менее 20 голов телок).

Испытание молодняка проводится на типовых испытательных станциях (специализированная организация по испытаниям, предназначенная для проведения испытаний установленных видов животных), рассчитанных на 200 голов, а при их отсутствии – в специально переоборудованных скотных дворах при беспривязном содержании группами по 20–30 голов.

На оценку по качеству потомства оставляются бычки и телочки, имеющие достоверное происхождение, подтвержденное иммуногенетическими тестами.

Интенсивное выращивание молодняка проводится с 8-месячного до 15-месячного возраста. Общий уровень кормления рассчитывается на прирост не менее 1000 г в сутки у бычков и 750 г у телок.

В период выращивания бычков и телок (8-15 месяцев) учитывается следующее:

- живая масса (путем индивидуального взвешивания животных в конце каждого месяца утром до кормления, а в 15-месячном возрасте – взвешиванием за два смежных дня с вычислением средней живой массы).

На основании динамики живой массы рассчитывается среднесуточный прирост живой массы;

- групповой учет съеденных кормов потомками оцениваемых по качеству потомства быков-производителей;

- оценка мясных форм по 60-балльной шкале 15-месячных животных согласно таблице 45.

*Таблица 45 – Шкала оценки мясных форм 15-месячных бычков
и телок*

Стати телосложения и общее развитие животного	Требования для оценки высшим баллом	Оценка		
		максимальный балл	коэффициент	общий балл
Общий вид и выполненность мускулатуры	Пропорциональное телосложение, типичное для породы. Широкое, округлое туловище с хорошо развитой мускулатурой	5	3	15
Грудь	Широкая, округлая и глубокая, без западин за лопатками. Хорошо развитый, широкий, выдающийся вперед соколок	5	2	10
Холка, спина, поясница	Широкая, длинная, ровная, хорошо выполненная мускулатурой	5	3	15
Крестец	Ровный, широкий, длинный, хорошо заполненный мускулатурой, правильно посаженный хвост	5	2	10
Окорок	Сильно развитая мускулатура, спускающаяся до скакательного сустава. Внутренняя сторона ляжки мясистая, щуп выполнен в уровень с нижней линией туловища	5	2	10
ИТОГО				60

Выраженность типа телосложения по величине промера высоты в крестце и оценке экстерьера по 5-балльной шкале, согласно таблице 46.

Таблица 46 – Шкала оценки молодняка по экстерьеру и телосложению

Выраженность типа телосложения		Конституция и экстерьер		Выраженность типа телосложения		Конституция и экстерьер	
высота в крестце, см	балл	по 5-балльной шкале	балл	высота в крестце, см	балл	по 5-балльной шкале	балл
Породы: абердин-ангусская, галловейская, русская комолая							
Бычки							
205 дней				15 мес.			
104	10	5	10	123	10	5	10
96	8	4	7	117	8	4	7
89	5	3	5	112	5	3	5
85	3	2	2	105	3	2	2
8 мес.				18 мес.			
108	10	5	10	125	10	5	10
102	8	4	7	119	8	4	7
95	5	3	5	114	5	3	5
89	3	2	2	107	3	2	2
12 мес.				24 мес.			
117	10	5	10	128	10	5	10
111	8	4	7	123	8	4	7
106	5	3	5	117	5	3	5
99	3	2	2	111	3	2	2
Телки							
205 дней				15 мес.			
100	10	5	10	118	10	5	10
91	8	4	7	114	8	4	7
83	5	3	5	108	5	3	5
80	3	2	2	101	3	2	2
8 мес.				18 мес.			
103	10	5	10	121	10	5	10
96	8	4	7	116	8	4	7
90	5	3	5	111	5	3	5
83	3	2	2	104	3	2	2
12 мес.				24 мес.			

112	10	5	10	124	10	5	10
107	8	4	7	120	8	4	7
102	5	3	5	114	5	3	5
96	3	2	2	108	3	2	2
Породы: герефордская, казахская белоголовая, шортгорнская мясного типа							
Бычки							
205 дней				15 мес.			
108	10	5	10	125	10	5	10
100	8	4	7	119	8	4	7
95	5	3	5	114	5	3	5
87	3	2	2	108	3	2	2
8 мес.				18 мес.			
111	10	5	10	128	10	5	10
105	8	4	7	122	8	4	7
99	5	3	5	117	5	3	5
93	3	2	2	110	3	2	2
12 мес.				24 мес.			
120	10	5	10	131	10	5	10
114	8	4	7	125	8	4	7
109	5	3	5	120	5	3	5
103	3	2	2	115	3	2	2
Телки							
205 дней				15 мес.			
103	10	5	10	120	10	5	10
95	8	4	7	114	8	4	7
89	5	3	5	109	5	3	5
82	3	2	2	103	3	2	2
8 мес.				18 мес.			
106	10	5	10	123	10	5	10
100	8	4	7	117	8	4	7
95	5	3	5	112	5	3	5
88	3	2	2	105	3	2	2
12 мес.				24 мес.			
115	10	5	10	126	10	5	10
109	8	4	7	120	8	4	7
104	5	3	5	117	5	3	5
98	3	2	2	112	3	2	2
Породы: лимузинская, санта-гертруда, салерская, обрак, аулиекольская							
Бычки							
205 дней				15 мес.			
108	10	5	10	126	10	5	10
100	8	4	7	120	8	4	7
94	5	3	5	115	5	3	5
87	3	2	2	109	3	2	2

8 мес.				18 мес.			
112	10	5	10	130	10	5	10
106	8	4	7	124	8	4	7
100	5	3	5	119	5	3	5
93	3	2	2	112	3	2	2
12 мес.				24 мес.			
121	10	5	10	133	10	5	10
115	8	4	7	127	8	4	7
110	5	3	5	122	5	3	5
104	3	2	2	117	3	2	2
Телки							
205 дней				15 мес.			
104	10	5	10	122	10	5	10
96	8	4	7	116	8	4	7
90	5	3	5	111	5	3	5
83	3	2	2	105	3	2	2
8 мес.				18 мес.			
107	10	5	10	125	10	5	10
101	8	4	7	119	8	4	7
96	5	3	5	114	5	3	5
89	3	2	2	107	3	2	2
12 мес.				24 мес.			
117	10	5	10	130	10	5	10
111	8	4	7	122	8	4	7
106	5	3	5	117	5	3	5
100	3	2	2	112	3	2	2
Порода: калмыцкая							
Бычки							
205 дней				15 мес.			
104	10	5	10	120	10	5	10
98	8	4	7	115	8	4	7
90	5	3	5	108	5	3	5
84	3	2	2	103	3	2	2
8 мес.				18 мес.			
106	10	5	10	124	10	5	10
102	8	4	7	117	8	4	7
94	5	3	5	110	5	3	5
88	3	2	2	105	3	2	2
12 мес.				24 мес.			
115	10	5	10	132	10	5	10
109	8	4	7	124	8	4	7
102	5	3	5	117	5	3	5
96	3	2	2	114	3	2	2

Телки							
205 дней				15 мес.			
100	10	5	10	118	10	5	10
93	8	4	7	112	8	4	7
87	5	3	5	106	5	3	5
80	3	2	2	101	3	2	2
8 мес.				18 мес.			
104	10	5	10	121	10	5	10
97	8	4	7	115	8	4	7
92	5	3	5	111	5	3	5
86	3	2	2	106	3	2	2
12 мес.				24 мес.			
112	10	5	10	128	10	5	10
105	8	4	7	121	8	4	7
102	5	3	5	113	5	3	5
96	3	2	2	111	3	2	2
Породы: шароле, кианская, белая аквитанская, менанжу, симментальская мясного типа							
Бычки							
205 дней				15 мес.			
108	10	5	10	128	10	5	10
101	8	4	7	122	8	4	7
95	5	3	5	117	5	3	5
88	3	2	2	111	3	2	2
8 мес.				18 мес.			
112	10	5	10	132	10	5	10
107	8	4	7	126	8	4	7
101	5	3	5	121	5	3	5
94	3	2	2	114	3	2	2
12 мес.				24 мес.			
123	10	5	10	136	10	5	10
117	8	4	7	130	8	4	7
112	5	3	5	124	5	3	5
105	3	2	2	119	3	2	2
Телки							
205 дней				15 мес.			
105	10	5	10	124	10	5	10
98	8	4	7	118	8	4	7
92	5	3	5	113	5	3	5
85	3	2	2	107	3	2	2
8 мес.				18 мес.			
108	10	5	10	128	10	5	10
103	8	4	7	122	8	4	7
98	5	3	5	117	5	3	5
91	3	2	2	110	3	2	2

12 мес.				24 мес.			
119	10	5	10	132	10	5	10
113	8	4	7	126	8	4	7
108	5	3	5	122	5	3	5
102	3	2	2	115	3	2	2

Требования при оценке качества потомства быка-производителя и испытания бычков и телок следующие:

а) среднесуточный прирост с 8-месячного до 15-месячного возраста:

	Бычки	Телки
5 баллов	1001 г и выше	751 г и выше
4 балла	851–1000 г	651–750 г
3 балла	701–850 г	561–650 г
2 балла	ниже 700 г	ниже 560 г

Стандарт среднесуточного привеса для галловейской породы на 10 % ниже, для животных породы шароле – на 15 % выше.

б) живая масса бычков и телок в 15-месячном возрасте в зависимости от класса по этому признаку:

5 баллов	живая масса на уровне класса	элита-рекорд
4 балла	живая масса на уровне класса	элита
3 балла	живая масса на уровне класса	I класса
2 балла	живая масса на уровне класса	II класса

в) затраты корма на 1 кг прироста за период оценки:

	Бычки	Телки
5 баллов	до 7,0 корм.ед.	до 8,0 корм.ед.
4 балла	до 7,5 корм.ед.	до 8,5 корм.ед.
3 балла	до 8,0 корм.ед.	до 9,0 корм.ед.
2 балла	до 8,5 корм.ед.	до 9,5 корм.ед.

г) прижизненная оценка мясных качеств (мясные формы):

5 баллов	при оценке мясных форм	54 балла и выше
4 балла	при оценке мясных форм	48–53 балла
3 балла	при оценке мясных форм	42–47 баллов
2 балла	при оценке мясных форм	36–41 балл

д) выраженность типа телосложения и экстерьер в возрасте 15 месяцев

5 баллов -	оценка выраженности типа телосложения и экстерьера на уровне класса	Элита-рекорд
4 балла -		Элита
3 балла -		I класса
2 балла -		II класса

Комплексная оценка быков-производителей по качеству потомства и молодняка по собственной продуктивности определяется по шкале согласно таблице 47.

Таблица 47 – Шкала комплексной оценки быков-производителей по качеству потомства и молодняка по собственной продуктивности

Селекционный признак	Максимальный балл	Коэффициент	Сумма баллов
Живая масса в 15 месяцев	5	2	10
Среднесуточный прирост	5	2	10
Затраты корма на 1 кг прироста	5	2	10
Мясные формы	5	2	10
Выраженность типа телосложения и экстерьера	5	2	10
Итого			50

С учетом комплексной оценки определяется классная оценка быков-производителей по качеству потомства и молодняка по собственной продуктивности:

45–50 баллов элита-рекорд

40–44 балла элита

32–39 баллов I класс

20–31 балл II класс

Определение класса быка-производителя с учетом качества потомства проводится согласно таблице 48.

Таблица 48 – Определение комплексного класса быков-производителей с учетом качества потомства

Класс по живому весу, экстерьеру и происхождению	Класс по качеству потомства			
	элита-рекорд	элита	I	II
элита-рекорд	элита-рекорд	элита-рекорд	элита	I
элита	элита-рекорд	элита	I	II
I	элита	элита	I	II
II	элита	I	I	II

Классная оценка бычка за мясные качества приравняется к суммарной оценке по живому весу, экстерьеру и конституции, а также может быть использована при выведении комплексного класса во время бонитировки.

Оценка быка-производителя по качеству потомства проводится по индексам каждого бычка, полученного от оцениваемого быка-производителя, и группам сыновей оцениваемых быков-производителей, по следующим показателям:

- живая масса в возрасте 15 месяцев;
- среднесуточный прирост в период между 8 и 15 месяцами;
- оплата корма и оценка мясных форм;
- выраженность типа телосложения и экстерьер в 15 месяцев - путем процентирования к средним показателям бычков, одновременно проходивших испытание.

Вычисляется комплексный (среднеарифметический) индекс по всем признакам, который ставится после обозначения класса и буквы "А", если бык-производитель оценивается по собственной продуктивности, и после буквы "Б", если относится к оценке быка-производителя по качеству потомства. Все данные обрабатываются биометрически с определением степени достоверности результатов.

Выясняется, к каким родственным группам и линиям относятся коровы, бычки которых, полученные от оцениваемого быка-

производителя, имеют более высокий селекционный индекс. Лучшие варианты подбора используются в дальнейшей племенной работе.

Если несколько быков-производителей, оцененных по качеству потомства, отнесены к одному и тому же классу, то предпочтение отдается быкам-производителям с более высоким комплексным индексом. Племенных быков-производителей, комплексный индекс у которых по собственной продуктивности ниже 100, не используют в организациях по племенному животноводству, а также не используют семя этого быка-производителя для искусственного осеменения коров. Для ремонта собственного стада оставляют быков-производителей, оцененных по собственной продуктивности с индексом $A = 110$ и выше.

На станциях по оценке быков-производителей (специализированная организация по испытаниям, предназначенная для проведения испытаний быков-производителей) с постоянными фиксированными условиями кормления и содержания осуществляется постановка на испытание потомства оцениваемого быка один раз в 5 лет с последующим контрольным убоем. Убоем подлежат три бычка, отражающие среднее развитие селекционных признаков.

Определяются предубойная живая масса, убойный выход. Туши оцениваются по внешнему виду и отправляются на обвалку по естественно-анатомическим отрубам. Определяется химический состав мяса согласно существующим методикам.

При контрольном убое мясная продуктивность оценивается по выходу туш и их качеству.

Оценка выхода туш

выше 55,0 % – 5 баллов

53,1 – 55,0 % – 4 балла

50,1 – 53,0% – 3 балла

49,0 – 50,0% – 2 балла

Более высокую оценку по качеству получают туши с большим содержанием мякоти на килограмм костей.

При проведении контрольного убоя комплексная оценка быка-производителя по качеству потомства производится по шкале согласно таблице 56, в котором признак "мясные формы" заменяется показателем "выхода туши" с этим же коэффициентом.

Быки-производители с комплексным индексом свыше 102, обладающие хорошими мясными формами и проявившие высокую ин-

тенсивность роста, а также с хорошо выраженным типом телосложения реализовываются организациям по племенному животноводству.

Контрольные задания

1. В каком возрасте проводится оценка быков-производителей по живой массе?

2. К какому классу можно отнести бычка герефордской породы в возрасте 16 месяцев с живой массой 430 кг?

3. В каком возрасте проводится оценка быков-производителей по конституции и экстерьеру?

4. Какие стати телосложения входят в оценку быков-производителей по конституции и экстерьеру?

5. Какие недостатки конституции и экстерьера снижают балльную оценку?

6. В соответствии со шкалой оценки быков-производителей по экстерьеру и телосложению определить класс по следующим результатам оценки:

- ✓ порода – абердин-ангусская;
- ✓ высота в крестце – 129;
- ✓ оценка за конституцию и экстерьер – 83 балла.

7. В соответствии со шкалой оценки быков-производителей по экстерьеру и телосложению определить класс по следующим результатам оценки:

- ✓ порода – шароле;
- ✓ высота в крестце – 142;
- ✓ оценка за конституцию и экстерьер – 88 баллов

8. Какое максимальное количество баллов может получить бык-производитель при оценке по комплексу признаков?

9. Что учитывается при оценке быков-производителей по собственной продуктивности?

10. Какие требования учитываются при испытании животных по качеству потомства?

11. Каковы основные требования при оценке качества потомства быка-производителя и испытания бычков и телок?

13 ВЫЧИСЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА НАСЛЕДУЕМОСТИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭФФЕКТА СЕЛЕКЦИИ

Эффективность отбора сельскохозяйственных животных по продуктивности определяется степенью наследственного улучшения каждого нового поколения по сравнению с предыдущим.

Любой признак является продуктом совокупного влияния наследственности и среды. Однако изменчивость количественных признаков в значительной мере зависит от среды, а изменчивость качественных признаков в основном контролируется наследственностью.

Наследуемость – это доля общей фенотипической изменчивости, которая обусловлена генетическими различиями, или изменчивость данного признака, обусловленная наследственностью. Понятие "наследуемость признака" введено американским ученым Д. Лашем (1939), а величина h^2 названа коэффициентом наследуемости.

Существуют разные способы вычисления коэффициента наследуемости.

$h^2 = 2r$ – между показателями одного и того же признака родителей и потомков, например, молочная продуктивность коров, коэффициент наследуемости выражается удвоенным коэффициентом корреляции между продуктивностью матерей и дочерей $h^2 = 2r_{md}$;

$h^2 = 2R$ – между показателями одного и того же признака родителей и потомства. Формула разработана Д. Лашем. По ней коэффициент наследуемости равняется удвоенному коэффициенту регрессии между показателями признаков родителей и потомства;

$$h^2 = \frac{\bar{D}_{мл} - \bar{D}_{мх}}{\bar{M}_л - \bar{M}_х} \times 2, \quad (29)$$

где $\bar{M}_л$ и $\bar{M}_х$ – средние показатели лучших и худших матерей по сравнению со средним по стаду; $\bar{D}_{мл}$ и $\bar{D}_{мх}$ – средние показатели того же признака у дочерей, полученных от лучших и худших матерей.

Величину коэффициента наследуемости выражают в долях единицы или в процентах. Например, если величина надоя у коров $h^2 = 0,25$, или 25 %, то это означает, что надой у коров-матерей на 25 % обусловлен наследственностью и в такой же мере унаследован их дочерьми. Чем выше коэффициент наследуемости тех или иных признаков, тем в большей степени изменчивость их определяется наследственными различиями и тем более эффективным будет массовый отбор по этим признакам.

Для прогнозирования эффективности отбора пользуются следующей формулой:

$$SE = SD \times h^2, \quad (30)$$

где SE – эффект селекции;

SD – селекционный дифференциал, показывающий, на какую величину селекционная группа превосходит продуктивность стада;

h^2 – коэффициент наследуемости данного признака, вычисленный для этого стада.

Если в племенное ядро отобрать коров, превышающих продуктивность стада в среднем на 1000 кг, то дочери этих коров унаследуют не всю величину превосходства, а лишь ее часть, соответствующую наследуемости признака. При $h^2=0,2$ вероятное унаследование повышенной молочности матерей составит 200 кг, а при $h^2 = 0,4 = 400$ кг.

Но в хозяйствах так не бывает, обычно идет постепенная замена коров, следовательно, ежегодный прирост продуктивности будет значительно меньше.

Для определения ежегодного прироста вводится показатель t_m – интервал времени между поколениями, который представляет собой период между рождением родителей и рождением потомков. В среднем этот период у молочного скота материнского поколения равен 5,5–6 годам. Чем меньше интервал между поколениями, тем быстрее происходит процесс генетического улучшения стада при выполнении других условий селекции. Для его определения следует учитывать средний возраст первого отела у коров и срок их использования в лактациях. Но быстрая смена поколений в хозяйствах, достигших высокой продуктивности, нецелесообразна, так как увеличение продолжительности использования молочных коров имеет огромное народно-хозяйственное значение. Если интервал между поколениями (мать-потомки)

$$SE = \frac{SD \times h^2}{t_m} = \frac{800 \times 0,4}{5,5} = 58,2 \text{ кг} \quad (31)$$

равен 5,5 года, то

Благодаря отбору продуктивность стада будет ежегодно увеличиваться на 58 кг.

В нашей стране и за рубежом накоплено большое количество данных о степени наследуемости различных селекционных признаков

животных и отмечены большие различия в показателях коэффициента наследуемости даже одних и тех же признаков (таблица 49).

Таблица 49 – Коэффициент наследуемости различных признаков у молочного скота

Признак	Коэффициент наследуемости
Величина надоя	0,20–0,47
Содержание жира в молоке	0,17–0,70
Интенсивность молокоотдачи	0,15–0,45
Интенсивность молокоотдачи	0,40–0,58
Продолжительность жизни коров	0,10–0,15
Продолжительность стельности	0,3–0,54

Величина коэффициента наследуемости сильно колеблется в зависимости от породы, генеалогической структуры стада, уровня и направления племенного отбора, применявшихся методов разведения и других особенностей. Коэффициент наследуемости помогает правильно выбрать метод селекции для конкретного стада животных по тому или иному признаку.

Эффективность отбора зависит от многих факторов: число признаков, численность оцененного поголовья, интенсивность отбора отобранных животных после оценки, точность оценки и т.д.

Основные этапы отбора: определение направления отбора, разработка требования для отбора, оценка признаков у животных, дифференцировка животных на группы и определение назначения животного.

Основные методы отбора: массовый, индивидуальный, последовательный (тандемный), по зависимым уровням, по независимым уровням и т.д.

В самом простом случае отбор состоит в разделении животных исходного стада (популяции) на две группы: 1) племенное ядро – группа лучших животных, потомками которых ремонтируют стадо, и 2) племенной брак – группа животных, потомки которых непригодны для ремонта стада, а могут иметь только пользовательное назначение.

Начиная отбор, прежде всего, устанавливают определенную минимальную границу величины признака. Эта минимальная для отбора величина признака называется селекционной точкой, селекционной

границей или границей отбора и обозначается X_U . При отборе всех животных со значением признака меньше установленной границы относят в группу племенного брака (выранжировывают или выбраковывают). Остальных животных выделяют в племенное ядро.

Доля животных исходной популяции (стада, породы), отобранных в племенное ядро (селекционную группу), обозначается буквой p . Тогда доля бракуемых животных составит $1-p$.

Допустим, что в племенное ядро отбирают 70 % животных стада (популяции). В таком случае $p = 0,7$. Соответственно этому доля бракуемых животных составит 30 % (или 0,3).

Следовательно, чем меньше p (меньше животных, оставляемых для воспроизводства), тем интенсивнее отбор, и наоборот. При p , равном единице ($p=1,0$), отбора нет, т.е. всех животных популяции (стада) оставляют для дальнейшего воспроизводства (для племенного использования).

Разность между средним значением учитываемого признака (\bar{X}_p) у животных отобранной группы (племенного ядра) и средним его значением в популяции (стаде) до отбора (\bar{X}) называется селекционным дифференциалом (обозначают символами S ; SD ; Sd или d).

$$Sd = \bar{X}_p - \bar{X}, \quad (32)$$

$$\text{Отсюда, } \bar{X}_p = \bar{X} + Sd \text{ и } \bar{X} = \bar{X}_p - Sd \quad (33)$$

Пример 23. Удой коров в исходном стаде равен 3000 кг, а у коров племенного ядра (их потомство оставляют на племя) – 4500 кг. Следовательно,

$$Sd = \bar{X}_p - \bar{X} = 4500 \text{ кг} - 3000 \text{ кг} = 1500 \text{ кг}$$

Чем выше селекционный дифференциал, тем выше и вероятность получения от животных отобранной группы (племенного ядра) высококачественного потомства. Потомству передается только генотипически обусловленная доля общей фенотипической изменчивости признака, которая выражается с помощью коэффициента наследуемости (h^2).

Значение коэффициента наследуемости выражается либо в долях единицы (от 0 до 1), либо в процентах (соответственно от 0 до

100). Чем больше величина этого коэффициента, тем в большей степени изменчивость признака обусловлена наследственными различиями организмов популяции, а не влиянием среды.

От величины коэффициента наследуемости зависит и степень наследственной передачи уклонения (селекционного дифференциала) отобранной на племя группы животных от среднего показателя стада (исходной популяции).

Эффект отбора (обозначают $R; AQ; SE; ЭО$) – разница между средней величиной учитываемого признака у потомства животных, отобранных в племенное ядро (\overline{X}_P), и средним значением того же признака у всех животных исходной популяции до отбора (\overline{X}).

Эффект отбора показывает сдвиг среднего значения селекционируемого признака за одно поколение (при нормальных условиях кормления, содержания и использования животных) и является мерой теоретического эффекта селекции. Это та часть селекционного дифференциала родителей, которая реализуется в следующем поколении (у потомков). Следовательно, эффект отбора прямо пропорционален селекционному дифференциалу (Sd) и коэффициенту наследуемости учитываемого признака (h^2):

$$R_{\text{ПОКОЛ}} = Sd \times h^2, \quad (31)$$

$$\overline{X}_F = \overline{X} + Sd \times h^2, \quad (32)$$

Пример 24. У коров, отобранных в племенное ядро, жирномолочность была 3,90 % (т. е. $\overline{X}_P = 3,90$ %), а у животных исходной популяции – 3,80 % ($\overline{X} = 3,80$ %). Наследуемость содержания жира в молоке в данном стаде была 0,4 ($h^2 = 0,4$). Согласно формуле $Sd = \overline{X}_P - \overline{X}$, отсюда $Sd = 3,90 - 3,80 = 0,1$ %. Эффект отбора будет равен $R_{\text{ПОКОЛ}} = Sd \times h^2 = 0,1 \times 0,4 = 0,04$. Поэтому у потомков коров племенной группы среднее содержание жира в молоке должно быть $\overline{X}_F = \overline{X} + R_{\text{ПОКОЛ}} = 3,80 + 0,04 = 3,84$ %.

Одновременно можно решить и вопрос о том, каких коров следует отбирать в племенное ядро, чтобы средняя жирномолочность у их потомков (\bar{X}_F) была равна 3,90 %.

Так как согласно приведенной выше формуле $R_{\text{ПОКОЛ}} = \bar{X}_F - \bar{X}$, то в нашем примере $R_{\text{ПОКОЛ}} = 3,90 - 3,8 = 0,1$. Согласно формуле $R_{\text{ПОКОЛ}} = Sd \times h^2$, $Sd = \frac{R_{\text{ПОКОЛ}}}{h^2} = 0,1 : 0,4 = 0,25$

Отсюда средняя жирность молока у коров отобранной группы (X_P), согласно формуле $Sd = \bar{X}_P - \bar{X}$ должна быть не ниже 4,05 %: $\bar{X}_P = \bar{X} + Sd = 3,80 + 0,25$. В противном случае повысить содержание жира в молоке до 3,90 % невозможно.

Величина не прогнозируемого, а реализованного селекционного эффекта определяется как разность между средними значениями учитываемого при отборе признака у особей смежных поколений (родители – потомки), т.е. $\bar{X}_F - \bar{X}$.

Величина эффекта отбора за поколение характеризует ожидаемую прибавку к средней по стаду (\bar{X}) только за счет генетического совершенствования стада (популяции), обусловленного действием отбора.

Но формула $R_{\text{покол}} = Sd \times h^2$ рассчитана на случай полной замены маток (особей) исходной популяции потомками, полученными от животных отобранной группы (племенного ядра) в тех же самых условиях среды. В реальной практике такие случаи обычно не встречаются. Происходит лишь частичная замена (ремонт) маток стада. В связи с этим для правильного определения эффекта отбора величину генетического прогресса популяции (стада) определяют обычно не на поколение, а в расчете на один год. Для этого в формулу вводится показатель интервала между поколениями (t) в годах, представляющий собой промежуток времени между рождением родителей (отца и матери) и их потомков, т. е. одинаковый период онтогенеза у животных двух последовательных поколений. В связи с этим

$$R_{год} = \frac{Sd \times h^2}{t} \quad (33)$$

Из практических соображений при проведении расчетов лучше использовать вместо селекционного дифференциала стандартизованный (нормированный) селекционный дифференциал, называемый интенсивностью селекции, т.е.

$$\frac{Sd}{\sigma} = i \quad (34)$$

А так как $Sd = \bar{X}_P - \bar{X}$, то $i = \frac{\bar{X}_P - \bar{X}}{\sigma}$.

Из формулы 34 следует, что $Sd = i \cdot \sigma$, а из формулы 30, что $\bar{X}_P = \bar{X} + Sd$. Следовательно,

$$\bar{X}_P = \bar{X} + i \cdot \sigma \quad (35)$$

Согласно формуле $Sd = i \times \sigma$, величина селекционного дифференциала зависит от интенсивности селекции (доли животных исходной популяции, включенных в отобранную группу) и от разнообразия признака (сигмы). Его значение тем выше, чем жестче отбор и чем выше разнообразие учитываемого при отборе признака (σ).

Величина $i = \frac{Sd}{\sigma}$ показывает, на сколько сигм средняя величина признака животных отобранной (племенной) группы (\bar{X}_P) отличается от средней величины того же признака у особей исходной популяции (\bar{X}). Это зависит и от того, какая доля особей исходной популяции вошла в группу отобранных животных, т.е. в племенное ядро.

Поэтому же принципу селекционная граница (селекционная точка) определяется как

$$X_U = \bar{X}_U + u \cdot \sigma, \quad (36)$$

где $u = \frac{d}{\sigma} = \frac{X_U - \bar{X}}{\sigma}$, так как d – это разница между средним значением признака в популяции (\bar{X}) и границей отбора (X_U). Величина u показывает, на сколько сигм отклоняется от средней (\bar{X}) селекци-

онная граница (X_U).

В соответствии со сказанным ($i = \frac{Sd}{\sigma}$; $Sd = i \times \sigma$) формул 30,31,32 приобретут следующий вид:

$$R_{покол} = i \cdot \sigma \cdot h^2; \quad (37)$$

$$\overline{X}_F = \overline{X} + i \cdot \sigma \cdot h^2; \quad (38)$$

$$R_{сод} = \frac{i \cdot \sigma \cdot h^2}{t} \quad (39)$$

Таблица интенсивности отбора приведена в таблице 58.

Зная значение u , по таблице 50 можно отыскать долю отобранных особей (p) и интенсивность селекции (i). Это позволяет определить эффект отбора на поколение без селекционного дифференциала (по формуле $R_{покол} = i \cdot \sigma \cdot h^2$)

Таблица 50 – Интенсивность отбора при разной доле оставляемых в стаде особей и величине отсекаемой абсциссы

Доля отбираемых особей (p)	Величина отсекаемой абсциссы, выраженная в долях сигмы (u)	Интенсивность отбора (i)	Доля отбираемых особей (p)	Величина отсекаемой абсциссы, выраженная в долях сигмы (u)	Интенсивность отбора (i)
1,00	-	0	0,40	+0,25	0,9667
0,95	-1,64	0,1094	0,35	+0,39	1,0563
0,90	-1,28	0,1954	0,30	+0,52	1,1617
0,85	-1,04	0,2732	0,25	+0,67	1,2748
0,80	-0,84	0,3504	0,20	+0,84	1,4015
0,75	-0,67	0,4249	0,15	+1,04	1,5486
0,70	-0,52	0,4970	0,10	+1,28	1,7590
0,65	-0,39	0,5688	0,05	+1,64	2,0800
0,60	-0,25	0,6445	0,04	+1,75	2,1575
0,55	-0,13	0,7193	0,03	+1,88	2,2700
0,50	0,00	0,7978	0,02	+2,05	2,4400
0,45	+0,13	0,8791	0,01	+2,33	2,6400

Зная долю отбираемых на племя животных, по этой таблице

легко определить u и i . Если на племя оставляют 40 % лучших животных ($p = 0,4$), то эти животные (племенное ядро) в среднем превосходят среднюю величину учитываемого признака по исходной популяции (породе, стаду) примерно на одну сигму ($i = 0,9667$). Если же в племенном ядре оставить всего 5 % животных (провести жесткий отбор), то интенсивность селекции будет вдвое выше ($i = 2,0800$), т.е. животные отобранной группы по этому признаку будут превосходить животных исходной популяции на две сигмы. Из этого следует, что интенсивность селекции сильно зависит от доли животных, оставляемых на племя, и результаты отбора повышаются за счет количественного уменьшения популяции (более жесткий отбор).

Пример 25. В исходной популяции (стаде) коров среднее содержание жира в молоке (\bar{X}) было 3,8 %, $\sigma = 0,2$ % и $h^2 = 0,4$. В племенное ядро из этой популяции были отобраны животные с жирномолочностью (X_u) 4,10 % и выше. Какова будет средняя жирномолочность их дочерей?

Величина отсекаемой абсциссы в этой точке (d) будет равна $d = X_u - \bar{X} = 4,10 \% - 3,80 \% = 0,3 \%$. Если ее выразить в долях сиг-

мы, то получим $u = \frac{d}{\sigma} = \frac{0,3}{0,2} = 1,5$

Согласно данным таблицы приложения 1, при u , равном 1,28, $i = 1,7590$, а при u , равном 1,64, $i = 2,0800$.

Методом интерполяции находим, что при u , равном 1,50, i составит 1,9324. После этого определяем эффективность отбора за поколение по формуле $R_{\text{покол}} = i \cdot \sigma \cdot h^2 = 1,9324 \times 0,2 \times 0,4 = 0,155$ %. Таким образом, отобрав в племенное ядро коров с жирномолочностью 4,1 % и выше, получим от них потомков, средняя жирномолочность которых составит примерно $\bar{X}_F = \bar{X} + R_{\text{покол}} = 3,8 + 0,155 = 3,96$ %.

Пример 26. Каких коров следует отобрать в племенное ядро, чтобы средняя жирномолочность их потомков (\bar{X}_F) была равна 3,85 %? Если в популяции $\bar{X} = 3,80$ %, $\sigma = 0,2$ % и $h^2 = 0,4$. Иными словами, надо найти границу селекции (X_u).

Согласно формуле $R_{\text{покол}} = \bar{X}_F - \bar{X} = 3,85 - 3,80 = 0,05 \%$.

$R_{\text{покол}} = i \cdot \sigma \cdot h^2$, тогда $i = \frac{R_{\text{покол}}}{\sigma \cdot h^2} = \frac{0,05}{0,2 \cdot 0,4} = 0,625$. В таблице находим, что при i , равном 0,5688, $u=0,39$, а при i , равном 0,6445, u составит 0,25. Интерполируя эти значения, находим, что при i , равном 0,625, u составит примерно 0,28. Из формулы следует, что $d = X_U - \bar{X}$. Отсюда искомая величина $X_u = \bar{X} + d$. В то же время известно, что $u = \frac{d}{\sigma}$, значит, $d = u \cdot \sigma = (-0,28) \times 0,2 = -0,056 \approx -0,06$. Согласно этим данным, селекционная точка должна быть равна $X_u = \bar{X} + d = 3,80 + (-0,06) = 3,80 - 0,06 = 3,74 \%$. Следовательно, для достижения поставленной цели в племенное ядро надо отбирать коров из исходной популяции с жирномолочностью 3,74 % и выше.

Долю отбираемых для этого коров из исходной популяции (p) определяют следующим образом: по таблице находим, что при i , равном 0,5688, $p = 0,65$, а при i , равном 0,6445, $p = 0,60$. При интерполяции этих величин получаем: при i , равном 0,625, p составит примерно 0,61, т. е. в племенное ядро войдет примерно 61 % коров исходной популяции.

В практике приходится иметь дело с определенным количеством (долей) коров, отбираемых в племенное ядро, потомство которых затем используют для ремонта стада.

Пример 27. Допустим, что из исходной популяции (стада) в племенное ядро отбирают 20 % коров ($p = 0,20$). Популяция та же (\bar{X} жирномолочности 3,80 %, $\sigma = 0,2$ % и $h^2 = 0,4$). Каких коров следует оставлять на племя, чтобы жирномолочность потомства повысилась?

Согласно данным таблицы, при p , равном 0,20, $u=0,84$, а $i=1,4015$. Известно, что $u = \frac{d}{\sigma}$, откуда $d = u \cdot \sigma = 0,84 \times 0,2 = 0,17$

Отсюда положение селекционной точки (границы отбора или отсекающей ординаты) составит $X_u = \bar{X} + d = 3,80 + 0,17 = 3,97 \%$. Таким образом, в племенное ядро надо отбирать коров с жирномолочностью 3,97 % и выше. К каким результатам это приведет? При отборе коров с жирномолочностью 3,97 % и выше эффект селекции будет равен $R_{\text{покол}} = i \cdot \sigma \cdot h^2 = 1,4015 \times 0,2 \times 0,4 = 0,112120 \approx 0,11$ Отсюда

ожидаемая средняя жирномолочность потомства составит 3,91 % ($3,80 + 0,11$).

Приведенные выше формулы позволяют селекционеру решить ряд задач, связанных с прогнозированием результатов отбора.

Пример 28. Средний удой коров в стаде равен 3500 кг, $\sigma = 700$ кг и $h^2 = 0,3$. Требуется определить селекционную границу (X_u) и долю животных, отбираемых в племенное ядро (p) с таким расчетом, чтобы в следующем поколении средний удой в результате генетического совершенствования стада (\bar{X}_F) достиг 3600 кг.

$$R_{\text{покол}} = \bar{X}_F - \bar{X} = 3600 - 3500 = 100$$

$$i = \frac{R_{\text{покол}}}{\sigma \cdot h^2} = \frac{100}{700 \cdot 0,3} = 0,48$$

По таблице находим, что при i равном 0,48 (в таблице имеется значение 0,4970) и равном -0,55, $p = 0,71$. Следовательно, в племенное ядро войдет примерно 71 % коров исходной популяции. Граница отбора составит по формуле $X_u = \bar{X}_u + u \cdot \sigma = 3500 + (-0,55) \times 700 = 3115$ кг. Таким образом, при отборе из исходной популяции коров с удою 3115 кг и выше в племенное ядро войдет 71 % животных. Средний удой отобранных коров, согласно нашим данным, составит $\bar{X}_p = \bar{X} + i \cdot \sigma = 3500 + 0,48 \times 700 = 3836$ кг. Следовательно, при отборе таких коров средний удой животных следующего поколения в результате их генетического совершенствования увеличится на 100 кг.

Контрольные задания

1. Определите коэффициент наследуемости удоя и жирномолочности, если известно, что изменчивость удоя коров стада равна $\sigma = 800$ кг, по жиру $\sigma = 0,30\%$ – это общая фенотипическая изменчивость. Генотипическая изменчивость, т.е. коров определенной линии, равна по удою 500 кг, по жиру - 0,20%. По условию данного задания коэффициент наследуемости (h^2) можно рассчитать как частное от деления генотипической изменчивости на фенотипическую изменчивость.

2. Определите коэффициент наследуемости удоя и жира, если известно, что средние показатели худших коров стада по удою 4000 кг, по жиру – 3,90 %. В племенную группу отобрали животных с удо-

ем 4800 кг и 3,95 % жира. Продуктивность дочерей от коров племенного ядра составила 4300 кг и 3,92 %, а дочерей от худших коров стада – 4100 кг – 3,9 %.

3. Определить коэффициент наследуемости живой массы методом определения коэффициента корреляции между коровами матерями и их дочерьми. Коэффициент корреляции рассчитайте методом «малых выборок».

<i>Живая масса коров, кг</i>	
<i>Матерей</i>	<i>Дочерей</i>
460	455
470	450
480	465
460	460
455	470
520	500
510	490
500	485

4. Определить коэффициент наследуемости живой массы уток пекинской породы, если известно, что их средняя масса была равна 3 кг. В элитную группу (племядро) отобрана птица со средней массой 4 кг. Средняя живая масса молодняка, полученного от птицы элитной группы составила 3,4 кг.

5. Определить величину селекционного дифференциала в случае, если средний удой коров стада за 305 дней лактации составил 4000 кг, а удой коров, отобранных в племенное ядро – 5300 кг.

6. Каков будет прогнозируемый эффект отбора в этом стаде при h^2 равном 0,2?

7. Определить эффективность отбора в стаде кур, если известно, что в племенную группу была отобрана птица с живой массой 2,0 кг и яйценоскостью 230 яиц в год. Средняя живая масса птицы исходной популяции (до отбора) составила 1,75 кг, при сигме равной 0,2 кг, а яйценоскость была равна 180 штукам яиц, при сигме равной 20. Коэффициент наследуемости живой массы 0,43, а яйценоскости 0,27.

8. Каков будет эффект отбора за год, если живая масса молодняка мясных кур в 56-дневном возрасте была 1500 г, а масса молодняка, отобранного на племя 1600 г; $h^2 = 0,35$?

9. Яйценоскость кур исходной популяции – 240 яиц, а средняя яйценоскость несушек, отобранных в племенное ядро, составляла 274 яйца. Коэффициент наследуемости яйценоскости в этом стаде – 0,18. Определите, каким будет эффект отбора при интервале между поколениями в 1 год; 2 года?

10. Каких коров следует отбирать в племенное ядро, чтобы в следующем поколении жирномолочность их потомства была равна 3,95 %? Жирность молока животных исходной популяции составляла в среднем 3,78 %; $\sigma = 0,23$ %; $h^2 = 0,5$.

11. В стаде 1200 коров. Средняя жирномолочность их составила 3,70 %, $\sigma = 0,191$ %, $h^2 = 0,7$. Определить границу отбора, среднюю отобранной группы и количество коров в отбираемой группе с тем, чтобы средняя жирномолочность коров следующего поколения составила 3,80 %.

12. Определить эффективность отбора овец по настригу шерсти, если в отаре со средним настригом 4,0 кг на племя отбирают баранов с настригом шерсти 5,5 кг, а маток – 4,5 кг при коэффициенте наследуемости (h^2), равном: а) 0,40; б) 0,25.

13. Какой следует установить селекционный дифференциал удоя при отборе молочного скота, если требуется повысить средний удой за три поколения с 3600 до 4500 кг (при $h^2 = 0,30$) ?

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровиков, В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 288 с.
2. Жебровский Л.С. Селекция животных: Учебник для вузов. – Санкт-Петербург: Издательство Лань, 2002. – 256 с., ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
3. Зиновьева, Н. Методы маркер-зависимой селекции/ Н. Зиновьева, Е. Гладырь, Г. Державина, Е. Кунаева //Животноводство России. – 2006. – № 3. – С. 29–31.
4. Кахикало, В.Г. Разведение животных / В.Г. Кахикало, Н.Г. Фенченко, О.В. Назарченко, С.А. Гриценко. – Санкт-Петербург: Издательство Лань. – 2020. – 336 с.
5. Киселев, Л.Ю., Бахмутова Т.В., Голикова А.П. и др.; Частная зоотехния. Под ред. Киселева Л.Ю. – Москва: Колос, 2000.
6. Костомахина Н.М. Разведение с основами частной зоотехнии. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2006. – 448 с.
7. Красота, В.Ф. Разведение сельскохозяйственных животных /В.Ф. Красота, В.Т. Лобанов, Т.Г. Джапаридзе. – Изд. 5-е, переработ. и доп. – Москва: КолосС, 2005. – 424 с.:ил.
8. Кузнецов, В.М. Ассоциации групп крови с количественными признаками. / В.М. Кузнецов //Mas и геномная селекция. 2010. [Электронный ресурс] URL:[http: www. vmKuznetsov.ru>files/etude/13_blood_gs.pdf](http://www.vmKuznetsov.ru/files/etude/13_blood_gs.pdf).
9. Марченко, Г.Г. Генетика и разведение сельскохозяйственных животных. Технология животноводства: учеб. пособие /Г.Г. Марченко. – Саратов, 2006. – 356 с.
10. Петухов, В.Л. Генетические основы селекции животных / В.Л. Петухов, Л.К. Эрнст, И.И. Гудилин и др.; Под ред. В.Л. Петухова, И.И. Гудилина. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 448 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).
11. Родионов Г.В. Справочник по молочному скотоводству. - М.: Агроконсалт, 2000.
12. Родионов, Г.В. Скотоводство / Г.В. Родионов, Н.М. Костомахин, Л.П. Табакова. – Санкт-Петербург Издательство Лань – 2022. – 488 с.
13. Селионова, М.И. Геномные технологии в селекции сельскохозяйственных животных / М.И. Селионова, А.М. Айбазов // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского инсти-

- туда животноводства и кормопроизводства. – 2014. – Т. 1, № 7. – С. 140–145. – EDN SIJKNL. Документ предоставлен КонсультантПлюс
14. Смарагдов, М.Г. Геномная селекция молочного скота в мире. Пять лет практического использования /М.Г. Смарагдов // Генетика. – 2013. – Т. 49. – № 11 – С. 1251–1260.
15. Смарагдов, М.Г. Тотальная геномная селекция с помощью SNP как возможный ускоритель традиционной селекции /М.Г. Смарагдов //Генетика. – 2009. – Т.45. – № 6. – С. 725-728.
16. Степанов В.Д. и др. Свиноводство. – Москва: Агропромиздат, 2000.
17. Танана, Л.А. Типы конституции сельскохозяйственных животных и их использование в селекционно-племенной и технологической работе / Л.А. Танана, Н.Н. Климов, С.И. Коршун, Е.Я. Лебедько, С.А. Козлов. – Санкт-Петербург Издательство Лань – 2018. – 280 с.
18. Туников, Г.М. Разведение животных с основами частной зоотехнии / Г.М. Туников, Коровушкин А.А. – Санкт-Петербург Издательство Лань – 2021. – 744 с.
19. Тюрин, Ю.Н. Анализ данных на компьютере: Учебное пособие / Ю.Н. Тюрин, А.А. Макаров; Науч. ред. В.Э. Фигурнов. – Москва: ИД ФОРУМ, 2013. - 368 с.
20. Чижик, И.А. Конституция и экстерьер сельскохозяйственных животных / И.А. Чижик. – Москва: Колос, 2016. – 244 с.
21. Bioinformaticsinstitute.ru/courses/statistics/09-2014-12-2014-1
22. ebooks.grsu.by/gorodilin/opredelenie-ob-ema-vyborki.htm
23. excelpractic.ru/kak-postroit-grafic-v-excel.html
24. hr-portal.ru/statistica/gl13/gl13.php
25. VanRaden, P.M. Genomic imputation and evaluation using high density Holstein genotypes /P.M.VanRaden, D.J.Null, M.Sargolzael et al. // J. Dairy Sci. – 2013. – V. 96. – P. 668–678.
26. VanRaden, P.M. International genomic evaluation methods for dairy cattle /P.M.VanRaden, P.G. Sullivan // Genet. Selec. Evol. – 2010. – V. 42 – P. 7.
27. www.sevin.ru/dissertations/aspirantura/lectures.

Учебное издание

Шишкина Татьяна Викторовна

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПРОДУКТИВНОСТИ ЖИВОТНЫХ**

Практикум

Компьютерная верстка – Т.В. Шишкиной
Корректор – Л.Н. Каменская

Дата подписания к использованию 29.11.2023 Уч. Изд. л. 7,95
№ 32 в реестре электронных ресурсов ПГАУ.
Объем издания 1,84 Мб

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30, www.pgau.ru