

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный государственный
аграрный университет»

В. А. Гоголов

***СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ
ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ
ПРОДУКТИВНОСТИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И
ПТИЦЫ***

Учебно-методическое пособие

Благовещенск
Дальневосточный ГАУ
2023

УДК 636.082(076)

ББК 45.3

Г58

Рецензент

*Елена Юрьевна Залюбовская, кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник отдела животноводства и птицеводства
Дальневосточного зонального научно-исследовательского
ветеринарного института*

*Рекомендовано к использованию в учебном процессе методическим советом
факультета ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологий
Дальневосточного государственного аграрного университета*

**Гоголов, В. А. Селекционно-генетические параметры хозяйственно-
Г58 полезных признаков продуктивности сельскохозяйственных
животных и птицы : учебно-методическое пособие / В. А. Гоголов ;
Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ,
2023. – 66 с.**

ISBN 978-5-9642-0526-5

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования. В нем рассматриваются способы расчета основных селекционно-генетических параметров признаков отбора у сельскохозяйственных животных, в частности коэффициенты изменчивости, корреляции и наследуемости.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению бакалавриата 36.03.02 «Зоотехния» при изучении курса «Теоретические основы племенного дела в животноводстве».

УДК 636.082(076)

ББК 45.3

ISBN 978-5-9642-0526-5

© Гоголов В. А., 2023

© ФГБОУ ВО Дальневосточный

государственный аграрный университет, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Селекционно-генетический параметр хозяйственно-полезных признаков продуктивности сельскохозяйственных животных.....	4
2 Корреляционная изменчивость.....	11
3 Методы определения коэффициента фенотипической корреляции.....	14
4 Наследуемость признаков у сельскохозяйственных животных.....	23
Задания для самостоятельной работы.....	42
Список рекомендуемой литературы.....	65

1 СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПАРАМЕТР ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Для оценки разнообразия популяций, линий, стад в процессе их отбора по продуктивности и племенным признакам чаще всего используют селекционно-генетические параметры.

Селекционно-генетический параметр хозяйственно-полезных признаков продуктивности – это показатель, характеризующий генетическую структуру и указывающий на эффективность массовой селекции. Для признаков, определяемых парой аллельных генов (моногенных), основным селекционно-генетическим параметром является **частота гена**. Для признаков, определяемых множеством генов (полигенных), генетическими параметрами отбора являются **коэффициенты изменчивости, корреляции, наследуемости и повторяемости**.

Изменчивость является важнейшим селекционно-генетическим параметром, так как показывает способность животных, а, соответственно, и способность различных признаков животных изменяться под действием наследственных и ненаследственных факторов. Различают следующие **типы изменчивости**: *общую (фенотипическую), наследственную (генетическую) и ненаследственную (паратипическую, средовую, модификационную), индивидуальную и групповую, прерывистую (альтернативную) и непрерывную, качественную и количественную, независимую и коррелятивную, адаптивную и неадаптивную*.

В практике животноводства наибольшее значение имеет наследственная, модификационная и коррелятивная изменчивость. К **наследственной изменчивости** относят *мутации и комбинативную изменчивость*, а **модификаци-**

онная изменчивость – это ненаследственные изменения признаков организма (фенотипа), которые вызываются влиянием окружающей среды. Эту изменчивость называют также паратипической, и она проявляется только у животных данного поколения и не наследуется. Коррелятивная изменчивость будет рассмотрена позднее.

Величину фенотипической изменчивости чаще всего определяют по следующим показателям: среднему квадратическому отклонению (σ), дисперсии (C), вариансе (σ^2) и коэффициенту вариации (C_v).

В малой выборке, когда число животных менее 30, **среднее квадратическое отклонение** рассчитывается по формуле (1):

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (1)$$

Сумма квадратов отклонений называется **дисперсией** и обозначается через C : $C = \sum(x - \bar{x})^2$.

Дисперсия, поделенная на число степеней свободы ($n - 1$) называется **вариансой** (σ^2): $\sigma^2 = \frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}$.

Коэффициент вариации или коэффициент изменчивости рассчитывается по формуле (2):

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad (2)$$

Пример 1. Рассчитайте показатели изменчивости живой массы телят возрасте трех месяцев по данным:

Живая масса (x), кг 90 85 75 72 80 80 94 70 86 78

Определяем среднюю живую массу (\bar{x}):

1 Селекционно-генетический параметр хозяйственно-полезных признаков продуктивности сельскохозяйственных животных

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{810}{10} = 81 \text{ кг}$$

Для определения дисперсии (C), вариансы (σ^2) и отклонения (σ) рассчитывают сначала отклонения каждого значения от средней ($x - \bar{x}$), которые затем возводятся в квадрат и суммируют (табл. 1).

Таблица 1 – Вычисление дисперсии

x	90	85	75	72	80	80	94	70	86	78	
$(x - \bar{x})$	9	4	-6	-9	-1	-1	13	-11	5	-3	$\sum (x - \bar{x}) = 0$
$(x - \bar{x})^2$	81	16	36	81	1	1	169	121	25	9	$\sum (x - \bar{x})^2 = 540$

Тогда, $C = 540$; $\sigma^2 = \frac{540}{9} = 60$; $\sigma = \pm \sqrt{\frac{540}{9}} = \pm 7,74$ гол.

В большой выборке, когда число животных более 30, для определения средней арифметической и показателей изменчивости строят вариационный ряд.

Пример 2. Сравните изменчивость надоя за лактацию у коров-матерей (x_1) и их дочерей (x_2) по данным:

x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2
3 899...	3 725	3 203...	4 918	5 352...	6 037	3 692...	5 206	4 913...	4 166
3 035...	5 422	4 227...	5 211	3 158...	4 064	5 255...	4 851	3 484...	3 249
3 692...	4 701	4 288...	4 346	3 149...	5 363	5 000...	6 011	3 152...	3 720
3 295...	4 622	3 281...	3 486	2 793...	4 183	3 020...	4 984	3 728...	3 271
3 483...	3 463	3 158...	3 483	3 050...	5 288	3 295...	4 110	3 000...	4 355
2 822...	5 123	4 064...	3 764	5 503...	4 500	3 472...	4 111	3 472...	3 280
5 678...	5 143	2 991...	3 158	5 286...	5 046	3 758...	3 670	3 285...	3 577

x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2
3 472...3 475	2 980...4 394	4 578...5 109	2 641...3 760	3 570...4 546	3 484...3 401	3 989...5 678	5 486...4 050	3 213...2 621	4 796...4 306
4 238...3 864	3 152...4 227	4 346...3 447	2 641...3 940	2 743...3 423	5 685...5 315	4 711...5 000	3 208...5 486	3 486...3 481	2 800...2 887
3 216...3 919	4 164...5 286	2 980...3 483	3 213...3 726	6 178...3 228	4 469...3 208	3 372...4 475			

$$\text{Lim}_{x_l} = 6\,178 - 2\,641 + 1 = 3\,538.$$

$$Kx_1 = \frac{3538}{9} \approx 400.$$

Средняя арифметическая (\bar{x}) определяется выражением:

$$\bar{x} = A + K \frac{\sum fa}{n}$$

При этом величина A – условная средняя (середина условного среднего класса).

В нашем примере:

$$\bar{x} = Ax_1 + Kx_1 \frac{\sum f_{x1} a_{x1}}{n}$$

$$\text{где } Ax_1 = 3801 + \frac{400}{2} = 4001.$$

К началу условного среднего класса добавляется половина классного промежутка (табл. 2).

Таблица 2 – Вариационный ряд по надою за лактацию у коров-матерей

Классы	Частота f_{x1}	Классовые отклонения a_{x1}	$f_{x1} \cdot a_{x1}$	$f_{x1} \cdot a_{x1}^2$
2 601...3 000	10	–3	–30	90
3 001...3 400	18	–2	–36	72
3 401...3 800	12	–1	–12	12
A 3 801...4 200	4	0	0	0

1 Селекционно-генетический параметр хозяйственно-полезных признаков продуктивности сельскохозяйственных животных

Продолжение таблицы 2

Классы	Частота f_{x1}	Классовые отклонения a_{x1}	$f_{x1} \cdot a_{x1}$	$f_{x1} \cdot a_{x1}^2$
4 201...4 600	6	1	6	6
4 601...5 000	4	2	8	16
5 001...5 400	3	3	9	27
5 401...5 800	4	4	16	64
5 801...6 200	1	5	5	25
Итого	12	–	–34	312

Определяем среднюю арифметическую, то есть средний надой за лактацию коров-матерей: $4\ 001 + 400 \cdot (-34)/62 = 3\ 785$ кг.

Среднее квадратическое отклонение (σ) находим из выражения:

$$\sigma = \pm K \sqrt{\frac{\sum f a^2}{n} - \left(\frac{\sum f a}{n}\right)^2}$$

В нашем примере:

$$\sigma_{x1} = \pm K_{x1} \sqrt{\frac{\sum f_{x1} a^2_{x1}}{n} - \left(\frac{\sum f_{x1} a_{x1}}{n}\right)^2}$$

Тогда:

$$\sigma_{x1} = \pm 400 \sqrt{\frac{312}{62} - \left(\frac{-34}{62}\right)^2} = 872 \text{ кг}$$

$$C_v = \frac{872}{3785} \cdot 100\% = 23\%$$

Средний надой за лактацию и величину изменчивости этого признака у коров-дочерей рассчитывают таким же способом (табл. 3).

$$\text{Lim}_{x2} = 6\ 037 - 2\ 621 + 1 = 3\ 416;$$

$$Kx_2 = 3\ 416/7 = 500.$$

Таблица 3 – Вариационный ряд по надоя за лактацию у коров-дочерей

Классы	Частота f_{x2}	Классовые отклонения a_{x2}	$f_{x2} \cdot a_{x2}$	$f_{x2} \cdot a_{x2}^2$
2 601...3 100	2	-3	-6	18
3 101...3 600	16	-2	-32	64
3 601...4 100	11	-1	-11	11
А 4 101...4 600	12	0	0	0
4 601...5 100	7	1	7	7
5 101...5 600	11	2	22	44
5 601...6 100	3	3	9	27
Итого	62	-	-11	171

Тогда имеем:

$$\bar{x}_2 = 4351 + 500 \frac{-11}{62} = 4266 \text{ кг}; \sigma_{x2} = 500 \cdot \sqrt{\frac{171}{62} - \left(\frac{-11}{62}\right)^2} = 830 \text{ кг};$$

$$C_V = \frac{830}{4266} \cdot 100\% = 19,4\%$$

Обобщаем данные в таблице 4.

Таблица 4 – Изменчивость признака у коров-матерей и их дочерей

Группы	σ , кг	C_v , %
Коровы-матери	872	23,0
Коровы-дочери	830	19,4

Вывод. Таким образом, изменчивость надоя за лактацию у коров-матерей больше на 42 кг, что составляет 3,6 %.

Малая изменчивость признака снижает эффект отбора, а слишком большая изменчивость говорит о генетической неоднородности популяции или о большой зависимости признака от факторов внешней среды. Модификационная изменчивость зависит от силы и продолжительности воздействия фактора, вызывающего эту изменчивость.

1 Селекционно-генетический параметр хозяйственно-полезных признаков продуктивности сельскохозяйственных животных

Таблица 5 – Изменчивость некоторых хозяйственно-полезных признаков у основных видов сельскохозяйственных животных и птицы (по В. Е. Митютко)

Признаки	C_v, %
Молочный и молочно-мясной скот	
Надой	15–25
Содержание жира в молоке	5–10
Количество молочного жира	16–21
Количество молочного белка	12–18
Скорость доения	35–37
Индекс вымени	12–15
Живая масса коров	10–15
Межотельный период	12–15
Сервис-период	49–80
Лошади	
Надой	12–16
Содержание жира в молоке	5–8
Содержание белка в молоке	4–6
Содержание сахара в молоке	2–5
Овцы	
Живая масса возрастных овец	8–12
Складчатость кожи	22–45
Выход чистой шерсти	10–17
Свиньи	
Суточный прирост	13–18
Расход корма на прирост	11–15
Возраст при достижении живой массы 100 кг	11–20
Содержание мяса в теше	12–19
Многоплодие	14–18
Длина туловища	4–8
Толщина шпига	6–10
Откормочные качества	6–11
Убойные качества	7–14
Куры	
Яйценоскость за год (в среднем)	17
Яйценоскость за 4 мес. (в среднем)	27
Масса тела (в среднем)	11
Масса яиц (в среднем)	6

2 КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Корреляционная (или коррелятивная) изменчивость основана на взаимосвязи (сопряженности) признаков и свойств организма. Корреляция (связь между признаками) может быть положительной или отрицательной. Если с увеличением одного признака другой также увеличивается, такая связь называется *положительной корреляцией*, а если с увеличением одного признака другой снижается, такая связь называется *отрицательной корреляцией*. Величина корреляции, то есть степень связи между признаками, определяется по коэффициенту корреляции (r), который при положительной корреляции колеблется от 0 до +1, а при отрицательной – от 0 до минус 1.

При изучении корреляции выявляют направление (положительная или отрицательная) и степень связи (высокая, средняя, слабая). Корреляция считается:

- 1) *слабой, если коэффициент менее 0,3 (при отрицательной – менее минус 0,3);*
- 2) *средней, если коэффициент находится в диапазоне от 0,4 до 0,6 (при отрицательной – от минус 0,4 до минус 0,6);*
- 3) *высокой, если коэффициент корреляции равен от 0,7 до 1 (при отрицательной корреляции от минус 0,7 до единицы).*

При высокой положительной корреляции между двумя признаками отбор животных по одному из них приводит одновременно к увеличению и другого признака, что в два раза увеличивает эффективность отбора. Селекционер должен всегда помнить, что при отборе животных по одному какому-либо признаку следует ожидать одновременного изменения других признаков (косвенный эффект).

Коэффициент корреляции используется также для определения коэффициента детерминации, который равен коэффициенту корреляции, возведенному в квадрат; выражается в процентах.

Большое значение для селекции имеет изучение корреляции между признаками у родственников, имеющих генетические связи между собой. Если в каком-то стаде крупного рогатого скота обнаруживается отсутствие корреляции по проценту жира между матерями и дочерьми, это значит, что изменчивость жирномолочности дочерей не зависит от ее изменчивости у матерей, в этом стаде отбор по содержанию жира в молоке будет неэффективным.

Величина корреляции между признаками у матерей и их дочерей используется для определения степени препотентности производителей. **Препотентность** – способность отдельных животных, прежде всего производителей, стойко передавать свои качества потомству. С генетической точки зрения препотентность обуславливается наличием значительного числа доминантных генов в гомозиготном состоянии, а также наличием эпистатических генов, изменяющих действие других генов. Препотентность является главной движущей силой при разведении по линиям и семействам.

Метод оценки степени препотентности производителя основан на предположении, что *препотентный производитель ослабляет корреляцию между дочерьми и матерями*. По методу, разработанному С. А. Рузским, быки подразделяются на препотентных (если коэффициент корреляции между матерями и дочерьми колеблется в пределах от минус 0,5 до 0,1), средней препотентности (если коэффициент составляет от 0,11 до 0,30) и нейтральных (при коэффициенте 0,31 и выше).

Формула для оценки препотентности производителей была предложена Ф. Ф. Эйсером и имеет вид (3):

$$\Pi = 1 - \frac{D_{\text{лм}} - D_{\text{хм}}}{M_{\text{л}} - M_{\text{х}}} \quad (3)$$

где Π – индекс препотентности быка;

$M_{л}$ – лучшие матери дочерей быка;

$M_{х}$ – худшие матери дочерей быка;

$D_{лм}$ – дочери от лучших матерей;

$D_{хм}$ – дочери от худших матерей.

Индекс препотентности (Π) колеблется от нуля до единицы.

Наибольший индекс препотентности наблюдается в том случае, когда наследственность быка полностью преобладает над наследственностью коров-матерей.

3 МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ КОРРЕЛЯЦИИ

В больших выборках коэффициент фенотипической корреляции определяется из корреляционной, которая представляет собой два вариационных ряда, расположенных перпендикулярно по отношению друг к другу и образующих корреляционную решетку.

Пример 1. Рассчитайте коэффициент корреляции между удоями коров-матерей и их дочерей по данным примера из раздела 1.

Ввиду того, что вариационные ряды для обеих групп были построены ранее, располагаем их под прямым углом, то есть классы для одной группы располагаем вертикально, а для другой – горизонтально. Разноска в корреляционную решетку делается одновременно по двум признакам (то есть каждое животное ориентируется и по первому, и по второму признаку; отмечается в решетке одной точкой, в нашем примере одной точкой отмечается каждая пара мать – дочь) (табл. 6).

Коэффициент фенотипической корреляции рассчитывается по формуле (4):

$$r = \frac{\sum f a_{x1} \cdot a_{x2} - n \cdot \beta_{x1} \cdot \beta_{x2}}{n \cdot S_{x1} \cdot S_{x2}} \quad (4)$$

при $\beta = \frac{\sum f a}{n}$; $S = \pm \sqrt{\frac{\sum f a^2}{n} - \beta^2}$

Вспомогательные величины β и S рассчитываются соответственно по обеим группам:

$$\beta = \frac{\sum f_{x1} a_{x1}}{n}; \beta_{x1} = -\frac{34}{62} = -0,54;$$

$$\beta = \frac{\sum f_{x2} a_{x2}}{n}; \beta_{x2} = -\frac{11}{62} = -0,17;$$

Таблица 6 – Корреляционная решетка

X_1/X_2	2 601–3 100	3 101–3 600	3 601–4 100	4 101–4 600	4 601–5 100	5 101–5 600	5 601–6 100	f_{x1}	a_{x1}	$f_{x1} \cdot a_{x1}$	$f_{x1} \cdot a_{x1}^2$
2 601–3 000	9	18	6			-6		10	-3	-30	90
3 001–3 400	6	12	8		-6	-16		18	-2	-36	72
3 401–3 800		14	1		-1	-2		12	-1	-12	12
3 801–4 200								4	0	0	0
4 201–4 600		-4	-1			4		6	1	6	6
4 601–5 000					2		6	4	2	8	16
5 001–5 400					6		9	3	3	9	27
5 401–5 800			-4			16		4	4	16	64
5 801–6 200		-10						1	5	5	25
f_{x2}	2	16	11	12	7	11	3			$\Sigma = -34$	$\Sigma = 312$
a_{x2}	-3	-2	-1	0	1	2	3				
$f_{x2} \cdot a_{x2}$	6	-32	-11	0	7	22	9	$\Sigma = -11$			
$f_{x2} \cdot a_{x2}^2$		64	11	0	7	44	27	$\Sigma = 171$			

$$S_{x_1} = \pm \sqrt{\frac{\sum f_{x_1} a_{x_1}^2}{n} - \beta_{x_1}^2}; S_{x_1} = \pm \sqrt{\frac{312}{62} - (-0,54)^2} = \pm 2,18;$$

$$S_{x_2} = \pm \sqrt{\frac{\sum f_{x_2} a_{x_2}^2}{n} - \beta_{x_2}^2}; S_{x_2} = \pm \sqrt{\frac{171}{62} - (-0,17)^2} = \pm 1,66$$

Сумма сопряженных произведений ($\sum f \cdot a_{x_1} \cdot a_{x_2}$) рассчитывается следующим образом: средними классами корреляционная решетка делится на четыре части. В первой части рассчитывается 8 произведений, так как в ней восемь клеток, где есть частоты. Во второй части рассчитывается 5 произведений, в третьей – 4 произведения, а в четвертой – 6.

Каждое произведение ($f \cdot a_{x_1} \cdot a_{x_2}$) рассчитывается по следующей методике: число частот в клетке умножается на классовое отклонение по X_1 , а затем на классовое отклонение по X_2 . Например, в самой первой клетке на пересечении классов 2 601...3 000 и 2 601...3 100 расположена одна точка, поэтому нужно единицу умножить на $a_{x_1}(-3)$, и на $a_{x_2}(-3)$, получаем 9. Это число записано в первой клетке.

Затем на пересечении классов 2 601...3 000 и 3 101...3 600 находятся три точки (то есть три пары мать – дочь), поэтому нужно три умножить на a_{x_1} для этих трех частот (-3) и умножить на $a_{x_2}(-2)$, получаем 18. В соответствующей клетке стоит это число. Так рассчитываются все произведения, которые затем суммируются. Эта сумма подставляется одним числом в формулу коэффициента корреляции. В нашем примере:

$$\begin{aligned} \sum f \cdot a_{x_1} \cdot a_{x_2} &= 9 + 6 + 18 + 12 + 14 + 6 + 8 + 1 - \\ &- 6 - 6 - 1 - 16 - 2 - 4 - 1 - 4 - 10 + 2 + 6 + 4 + 16 + 6 + 9 = 67 \end{aligned}$$

Определяем коэффициент корреляции:

$$r = \frac{67 - 62 \cdot (-0,54) \cdot (-0,17)}{62 \cdot 2,18 \cdot 1,66} = \frac{67 - 5,69}{224,36} = 0,27$$

Вывод. Между удоями коров-матерей и их дочерей наблюдается слабая положительная корреляция.

В малых выборках коэффициент фенотипической корреляции рассчитывается по формулам (5), (6), (7):

$$r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sqrt{C_x \cdot C_y}} \quad (5)$$

$$\text{где } C_x = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}; C_y = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n},$$

$$r = \frac{C_x + C_y - C_d}{2\sqrt{C_x \cdot C_y}} \quad (6)$$

$$\text{где } d = x - y; C_d = \sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{n},$$

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \cdot \sum(y - \bar{y})^2}} \quad (7)$$

Пример 2. Определите величину корреляции и ее направление между многоплодием самок серебристо-черных лисиц (x) многоплодием их дочерей (y) по данным:

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

Для определения коэффициента корреляции первым способом находим произведения $xу$ и их сумму, затем квадраты всех значений x и значений y , и их суммы. Рассчитываем C_x и C_y . Данные удобнее заносить в таблицу (табл. 7).

$$C_x = 313 - 55^2/10 = 313 - 3025/10 = 10,5; C_y = 264 - 250 = 14$$

$$r = \frac{281 - \frac{55 \cdot 50}{10}}{\sqrt{10,5 \cdot 14}} = 0,49$$

3 Методы определения коэффициента фенотипической корреляции

Таблица 7 – Определение коэффициента корреляции в малой выборке первым способом

x	y	xy	x^2	y^2
4	4	16	16	16
5	5	25	25	25
5	6	30	25	36
7	5	35	49	25
4	4	16	16	16
6	7	42	36	49
6	6	36	36	36
6	4	24	36	16
5	3	15	25	9
7	6	42	49	36
$\Sigma x = 55$	$\Sigma y = 50$	$\Sigma xy = 281$	$\Sigma x^2 = 313$	$\Sigma y^2 = 264$

Для определения коэффициента корреляции вторым способом нужно найти d , то есть разницу между x и y ($d = x - y$), а затем возвести величину d в квадрат (табл. 8).

Таблица 8 – Определение коэффициента корреляции в малой выборке вторым способом

x	y	x^2	y^2	$d = x - y$	d^2
4	4	16	16	0	0
5	5	25	25	0	0
5	6	25	36	-1	1
7	5	49	25	2	4
4	4	16	16	0	0
6	7	36	49	-1	1
6	6	36	36	0	0
6	4	36	16	2	4
5	3	25	9	2	4
7	6	49	36	1	1
$\Sigma x = 55$	$\Sigma y = 50$	$\Sigma x^2 = 313$	$\Sigma y^2 = 264$	$\Sigma d = 5$	$\Sigma d^2 = 15$

$$C_d = 15 - 5^2/10 = 15 - 2,5 = 12,5; C_x = 10,5; C_y = 14$$

$$r = \frac{10,5 + 14 - 12,5}{2 \cdot \sqrt{10,5 \cdot 14}} = 0,49$$

Для определения коэффициента корреляции по формуле (7) нужно рассчитать отклонения $(x - \bar{x})$ и $(y - \bar{y})$, квадраты этих отклонений и их произведения отобразить в таблице 9.

Таблица 9 – Определение коэффициента корреляции в малой выборке третьим способом

x	y	$x - \bar{x}$	$y - \bar{y}$	$(x - \bar{x})(y - \bar{y})$	$(x - \bar{x})^2$	$(y - \bar{y})^2$
4	4	-1,5	-1	1,5	2,25	1
5	5	-0,5	0	0	0,25	0
5	6	-0,5	1	-0,5	0,25	1
7	5	1,5	0	0	2,25	0
4	4	-1,5	-1	1,5	2,25	1
6	7	0,5	2	1,0	0,25	4
6	6	0,5	1	0,5	0,25	1
6	4	0,5	-1	-0,5	0,25	1
5	3	-0,5	-2	1	0,25	4
7	6	1,5	1	1,5	2,25	1
$\Sigma x = 55$	$\Sigma y = 50$					
$\bar{x} = 5,5$	$\bar{y} = 5,0$	0	0	$\Sigma = 6,0$	$\Sigma = 10,5$	$\Sigma = 14$

$$r = \frac{6,0}{\sqrt{10,5 \cdot 14}} = 0,49$$

Вывод. Между многоплодием самок серебристо-черных лисиц и многоплодием их дочерей наблюдается средняя положительная корреляция.

При изучении корреляции между двумя качественными признаками, между качественным и количественным признаками или между двумя количественными (если не требуется большая точность в определении степени их связи) рассчитывается **ранговый коэффициент корреляции**. При этом каждому животному присваивается ранг в порядке возрастания признака ($min \rightarrow max$) или в порядке убывания признака ($max \rightarrow min$). Коэффициент корреляции рассчитывается по формуле (8):

$$r_s = 1 - \frac{6\sum(x - y)^2}{n(n^2 - 1)} \quad (8)$$

где r_s – ранговый коэффициент корреляции (по Спирмену);
 x и y – ранги по признакам x и y , присвоенные каждому животному.

Пример 3. Определите имеется ли корреляция между ростом (x) рысистых лошадей и скоростью их бега на дистанцию 1 600 м (y) (табл. 10).

Таблица 10 – Определение рангового коэффициента корреляции

Ранг по x	Ранг по y	$x - y$	$(x - y)^2$
1 (самая низкая)	4	-3	9
2	5	-3	9
3	2	1	1
4	3	1	1
5 (самая высокая)	1	4	16
Итого	-	-	36

$$r = 1 - \frac{6 \cdot 36}{5 \cdot (25 - 1)} = 1 - 1,8 = -0,8$$

Вывод. Между ростом лошадей и временем, затрачиваемым при беге на 1 600 м, наблюдается высокая отрицательная корреляция, то есть чем выше лошадь, тем меньше времени затрачивается при беге.

При определении рангового коэффициента корреляции для количественных признаков устанавливается ранг для всех животных по первому и второму признакам.

Пример 4. Определите ранговый коэффициент корреляции между высшим суточным удоем коров-матерей и их дочерей по следующим данным:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Удой коров-матерей (x)	22,9	17,2	18,0	17,4	29,0	22,5	19,9	17,2	15,3	12,0
Удой коров-дочерей (y)	19,1	12,9	21,3	19,3	14,0	29,0	17,1	16,0	19,0	14,6

Данные удобнее занести в таблицу и установить ранги (табл. 11).

Таблица 11 – Определение рангового коэффициента корреляции для количественных признаков

Удой коров-матерей (x)	Ранг x	Удой коров-дочерей (y)	Ранг y	Ранги	
				x – y	(x – y) ²
22,9	9	19,1	7	2	4
17,2	3,5	12,9	1	2,5	6,25
18,0	6	21,3	9	–3	9
17,4	5	19,3	8	–3	9
29,0	10	14,0	2	8	64
22,5	8	29,0	10	–2	4
19,9	7	17,1	5	2	4
17,2	3,5	16,0	4	–0,5	0,25
15,3	2	19,0	6	–4	16
12,0	1	14,6	3	–2	4
Итого	–	–	–	–	120,5

$$r = 1 - \frac{6 \cdot 120,5}{10 \cdot (100 - 1)} = 1 - 0,73 = 0,27$$

Вывод. Между высшим суточным удоем коров-матерей и их дочерей наблюдается слабая положительная корреляция.

Степень корреляции между альтернативными признаками можно рассчитать из таблицы сопряженности. Альтернативные признаки – это признаки, которые встречаются в двух разновидностях (больной – здоровый, желтый – зеленый и т. д.).

Пример 5. При проведении вакцинации животных были получены следующие данные: из 500 вакцинированных животных заболело 10, а из 1 500 не вакцинированных заболело 990. Определите величину связи между вакцинацией и заболеваемостью.

Таблица 12 – Сопряженности

Градации		Признак (y)		Всего
		не заболело	заболело	
Признак (x)	вакцинировано	490 (a)	10 (b)	500
	не вакцинировано	510 (c)	990 (d)	1 500

Для определения коэффициента корреляции используют формулу (9):

$$r = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}} \quad (9)$$

Тогда получим:

$$r = \frac{490 \cdot 990 - 10 \cdot 510}{\sqrt{(490 + 10)(510 + 990)(490 + 10)(990 + 10)}} = 0,6$$

Вывод. Между вакцинацией и заболеваемостью имеется корреляция (коэффициент равен 0,6); вакцинированные животные заболевают реже.

4 НАСЛЕДУЕМОСТЬ ПРИЗНАКОВ У СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Многие селекционные признаки в животноводстве и птицеводстве имеют технологическое и экономическое значения и относятся к так называемым количественным признакам. Как известно, формирование таких признаков представляет собой результат взаимодействия наследственности и среды.

Подавляющее большинство хозяйственно-полезных признаков относятся к количественным: удой и жирномолочность крупного рогатого скота, живая масса и среднесуточный прирост живой массы у свиней, настриг шерсти и длина штапеля у овец, яйценоскость и выводимость яиц у кур и т. д.

Количественные признаки легко измеряются: чтобы измерить живую массу, достаточно животного взвесить; легко измерить удой коров и настриг шерсти у овец; подсчитать количество яиц, снесенных курицей-несушкой за год. Количественные признаки также можно измерить: например, масть – по содержанию меланина в коже или шерстном покрове, экстерьер – по соотношению отдельных статей и т. д. Однако качественные признаки легче описать словами.

Различия в наследовании качественных и количественных признаков заключаются в том, что качественные признаки развиваются под действием небольшого числа генов (иногда это могут быть параллельные гены), а количественные признаки имеют полигенный тип наследования, то есть на развитие количественного признака оказывает влияние множество генов. При этом в F_1 признак обычно имеет промежуточную по сравнению с родительскими формами величину. Если через Д обозначить удой коров-дочерей, через М – удой коров-матерей, а О – индекс быка-производителя по удою, получим выражение (10):

$$D = \frac{M + O}{2} \quad (10)$$

То есть при удое коров-матерей 3 000 кг, индексе быка 5 000 кг, от коров-дочерей ожидается удой 4 000 кг ($D = \frac{3000+5000}{2} = 4000$).

Рассмотрим это с генетической точки зрения. Предположим, что количественный признак, в частности удой, обусловлен тремя парами генов (A_1-a_1 , A_2-a_2 , A_3-a_3). Если удой в 3 000 кг наблюдается у коров с рецессивным генотипом $a_1a_1a_2a_2a_3a_3$, а удой в 5 000 кг – у доминантных гомозигот $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$, тогда на шесть доминантных генов приходится эффект в 2 000 кг ($5\,000 - 3\,000$), а на один доминантный ген – 330 кг.

Особь F_1 будут иметь удой около 4 000 кг, так как в их генотипе три доминантных гена. При подборе таких три-гетерозигот в F_2 получается сложное расщепление (рис. 1).

$$\begin{array}{l}
 \text{P} \quad \text{♀ } a_1a_1a_2a_2a_3a_3 \quad \times \quad \text{♂ } A_1A_1A_2A_2A_3A_3 \\
 \text{Гаметы} \quad a_1 \ a_2 \ a_3 \quad \quad \quad A_1 \ A_2 \ A_3 \\
 \text{F}_1 \quad \quad \quad A_1a_1A_2a_2A_3a_3 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad 4\,000 \text{ кг} \\
 \text{F}_1 \quad \quad A_1a_1 \ A_2a_2 \ A_3a_3 \quad \times \quad A_1a_1 \ A_2a_2 \ A_3a_3 \\
 \text{Гаметы} \quad \text{F}_1 \ 8 \ \text{ТИПОВ В Т. Ч.} \quad \times \quad 8 \ \text{ТИПОВ В Т. Ч.} \\
 \quad \quad A_1A_2A_3; A_1a_2A_3; \quad \quad A_1A_2A_3; a_1a_2a_3 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad a_1a_2A_3; a_1a_2a_3
 \end{array}$$

Рисунок 1 – Схема сложного расщепления

Возможные генотипы потомства F_2 занесены в решетку Пеннета.

В F_2 из возможных 64 сочетаний гамет в решетку Пеннета внесено только 8, однако даже указанные сочетания гамет показывают большое разнообразие генотипов, а соответственно и фенотипов во втором поколении.

Таблица 13 – Решетка Пеннета

♂	♀				
		$A_1A_2A_3$	$A_1a_2A_3$	$a_1a_2A_3$	$a_1a_2a_3$
$A_1A_2A_3$		$A_1A_1A_2A_2A_3A_3$ 5 000	$A_1A_1A_2a_2A_3A_3$ 4 670	$A_1a_1A_2a_2A_3A_3$ 4 340	$A_1a_1A_2a_2A_3a_3$ 4 000
$a_1a_2a_3$		$A_1a_1A_2a_2A_3a_3$ 4 000	$A_1a_1a_2a_2A_3a_3$ 3 670	$a_1a_1a_2a_2A_3a_3$ 3 330	$a_1a_1a_2a_2a_3a_3$ 3 000

Суммарное действие генов, обуславливающих развитие одного признака, называется **аддитивным**, а закон суммарного действия генов – **законом аддитивности**.

Однако в своих рассуждениях мы исходим из предположения, что все гены проявят свое действие в полной мере и признак получит максимальное развитие, обусловленное наследственностью (генетический потенциал). Однако в конкретных условиях среды не все гены проявляют свое действие в полной мере. Генетический потенциал наиболее полно проявляется при благоприятных условиях среды, а при неблагоприятных условиях животные с высоким генетическим потенциалом могут оказаться хуже по фенотипу, чем животные с менее ценным генотипом. Поэтому при оценке животных в неблагоприятных условиях среды могут быть сделаны ошибочные выводы о качестве животного. Таким образом, количественные признаки развиваются при взаимодействии генотипа и среды. Это значит, что **все разнообразие фенотипов в популяции (σ_ϕ^2) состоит из разнообразия генотипического (σ_G^2) и паратипического, то есть обусловленного условиями среды (σ_P^2):**

$$\sigma_\phi^2 = \sigma_G^2 + \sigma_P^2 \quad (11)$$

Доля наследственной (генотипической) изменчивости носит название **коэффициента наследуемости (h^2):**

Продолжение таблицы 14

Показатели и признаки отбора	Наследуемость (h^2)
Оплодотворяемость от первого осеменения	0,06
Индекс осеменения	0,24
Резистентность к маститам	0,31
Расход кормов на 1 кг молока	0,34

Таблица 15 – Основные селекционные, хозяйственные показатели при отборе в мясном скотоводстве

Показатели отбора	Наследуемость (h^2)
Интервал между отелами	0,05
Масса при рождении	0,32
Масса при отъеме	0,34
Масса в возрасте 12–15 мес.	0,60
Масса в возрасте 18 мес.	0,53
Прирост на откорме	0,65
Конечная масса на откорме	0,70
Оплата корма приростом	0,35
Убойный выход	0,46
Качество туши	0,50
Площадь «мышечного глазка»	0,61
Ценные части туши	0,53
Нежность мяса	0,65
Мраморность мяса	0,62
Содержание жира в мясе	0,82
Цвет мяса	0,40

Таблица 16 – Основные селекционные, хозяйственно-полезные показатели и их признаки отбора в свиноводстве

Показатели отбора	Признак и показатели отбора		
	наименование	наследуемость, (h^2)	
Продуктивность свиноматок	Плодовитость	0,16	
	Продолжительность супоросности	0,15	
	Крупноплодность	0,15	
	Число поросят: родившихся при отъеме		0,20
			0,16
	Молочность	0,20	
	Масса приплода при рождении	0,30	
Число сосков	0,30		
Развитие молодняка	Живая масса	0,53	
	Длина туловища	0,53	
	Обхват груди	0,40	
Убойные и мясо-сальные качества	Убойный выход	0,47	
	Длина туловища	0,52	

Продолжение таблицы 16

Показатели отбора	Признак отбора	
	наименование	наследуемость, (h^2)
Убойные и мясо - сальные качества	Выход шпика	0,58
	Мясность туши	0,50
	Толщина шпика	0,46
	Соотношение мясо/жир	0,60
	Площадь мышечного глазка	0,48
	Величина и форма окорока	0,54
	Толщина сала на брюхе	0,39
Качество мяса и шпика	Цвет мяса	0,36
	Содержание в длинной мышце спины: жира влаги	0,71
		0,85
Экстерьер	Тип телосложения	0,59
	Длина туловища	0,35

Таблица 17 – Основные селекционные, хозяйственно-полезные показатели и их признаки отбора в птицеводстве

Вид птицы	Признаки и показатели отбора	
	наименование	наследуемость (h^2)
Куры	Яйценоскость за биологический год	0,20
	Цикл яйценоскости	0,35
	Интенсивность яйценоскости	0,20
	Половая зрелость	0,25
	Оплодотворяемость яиц	0,10
	Выводимость цыплят	0,15
	Живая масса цыплят в 7–8 недель	0,35
	Живая масса молодняка до 150–180 сут.	0,45
	Живая масса взрослых кур	0,47
	Масса яиц	0,40
	Индекс формы яиц	0,45
	Окраска желтка	0,15
	Масса желтка яиц	0,30
	Наличие кровяных пятен	0,40
	Окраска скорлупы	0,60
	Масса белка яиц	0,25
	Оперяемость в возрасте 6–8 недель	0,30
	Ширина груди молодняка	0,25
	Угол груди	0,40
	Индейки	Яйценоскость
Масса яиц		0,60
Живая масса		0,45
Выводимость индюшат		0,15

Продолжение таблицы 17

Вид птицы	Признаки и показатели отбора	
	наименование	наследуемость (h^2)
Гуси	Масса печени	0,63
	Живая масса	0,50
	Половая зрелость	0,32
	Яйценоскость	0,30
	Оплодотворяемость	0,14
	Выводимость гусят	0,23
Утки	Живая масса суточных цыплят	0,60
	Живая масса в 4–7–21 недельном возрасте	0,45
	Убойный выход	0,59
	Масса яиц	0,55
	Яйценоскость	0,35
	Масса мышц	0,60
	Масса тушки	0,78

Таблица 18 – Основные селекционные, хозяйственно-полезные показатели и их признаки в овцеводстве

Наименование	Наследуемость (h^2)
Настриг шерсти	0,25
Среднесуточный прирост в период откорма	0,30
Живая масса в возрасте 1 года	0,35
Живая масса при рождении	0,30
Количество почечного жира	0,78
Толщина волокон	0,20
Длинна шерсти	0,30
Число волокон на 1 см ²	0,50
Плодовитость	0,10
Молочность	0,20
Оплата корма	0,20
Масса туши	0,30
Убойный выход	0,10
Тип телосложения	0,12
Длина туловища	0,42
Прирост ягнят до убоя	0,35
Масса взрослых овец	0,34
Складчатость кожи	0,35
Выход чистой шерсти	0,50
Настриг шерсти	0,44

Таблица 19 – Основные селекционные, хозяйственно-полезные показатели и их признаки отбора в коневодстве

Показатели отбора	Наследуемость (h^2)
Пигментность	0,60–0,36
Резвость	0,39–0,34
Высота в холке	0,77–0,63
Длина туловища	0,76–0,58
Обхват груди	0,59–0,50
Обхват кости	0,66–0,50
Плодовитость	0,17–0,21

Существуют понятия «наследственность», «наследование», и «наследуемость» которые имеют свои значения.

Наследственность – свойство организма обеспечивать материальную и функциональную преемственность между поколениями, а также обуславливать специфический характер индивидуального развития в определенных условиях среды.

Наследование – процесс передачи наследственной информации от одного поколения другому. Наследование можно проследить иногда по одной или более парам особей (мать – дочь, отец – сын, дед – внук и т. д.).

Наследуемость признака отражает относительную долю наследственной изменчивости популяции.

Наследуемость количественного признака принято считать одним из важных его свойств. С его помощью можно прогнозировать селекционную ценность особей по их фенотипу.

Нужно отметить, что коэффициент наследуемости признака не является стабильным параметром. Его величина зависит от многих генетических и паратипических факторов, величины популяции, а также от уровня селекционной работы.

Принято считать коэффициент наследуемости низким, если он не превышает 0,3, средним – до 0,6 и высоким – от 0,6 и выше. Высокие значения ко-

эфициента наследуемости свидетельствуют о большом наследственном разнообразии признака в популяции и о том, что отбор, основанный на непосредственной оценке самого признака, то есть фенотипа, будет эффективным. Наоборот, при низкой наследуемости разнообразия животных по селекционному признаку вызваны в основном влиянием факторов среды, и, следовательно, массовый отбор в стаде будет малоэффективным.

Значительный материал, накопленный по анализу наследственности признаков сельскохозяйственных животных, показывает, что величины этих коэффициентов для одних и тех же признаков в разных популяциях различны и зависят от степени наследственного разнообразия животных. Отсюда следует важный для селекционной практики вывод, что коэффициенты какого-либо одного стада нельзя автоматически переносить на другое стадо и что в каждой популяции необходим самостоятельный анализ генетической структуры.

Коэффициент наследуемости можно определить следующими способами:

1) по удвоенному коэффициенту корреляции между признаками в парах мать – дочь:

$$h^2 = 2r^{M/D} \quad (14)$$

2) по удвоенному коэффициенту регрессии в парах мать – дочь:

$$h^2 = 2R^{D/M} \quad (15)$$

3) по учетверенному коэффициенту корреляции между полусибсами:

$$h^2 = 4r^{n/c} \quad (16)$$

Полусибсы (полубратья, полусестры) – это животные, имеющие одну общую родительскую форму:

Звездочка 272 × Сигнал 4623 × Комета 86

Зорька 1514 Косуля 976

При подборе быка Сигнала 4623 с коровой Звездочкой 272 рождается телочка Зорька 1514, а при подборе того же быка с коровой Кометой 86 рождается телочка Косуля 976; Зорька 1514 и Косуля 976 – полусибсы.

4) если известна продуктивность лучших и худших животных в популяции, и можно найти в стаде их потомство, то коэффициент наследуемости определяют по формуле (17):

$$h^2 = \frac{D_{\text{лм}} - D_{\text{хм}}}{M_{\text{л}} - M_{\text{х}}} \quad (17)$$

где $D_{\text{лм}}$ – продуктивность дочерей от лучших животных;

$D_{\text{хм}}$ – продуктивность дочерей от худших животных;

$M_{\text{л}}$ – продуктивность лучших животных;

$M_{\text{х}}$ – продуктивность худших животных.

5) если через $D_{\text{р}}$ обозначить величину, на которую родительские формы превосходят среднюю арифметическую в популяции и через $D_{\text{п}}$ – величину, на которую потомки превосходят среднюю по стаду, то коэффициент наследуемости составит:

$$h^2 = -\frac{D_{\text{п}}}{D_{\text{р}}} \quad (18)$$

6) коэффициент наследуемости можно определить методом дисперсионного анализа по формуле (19):

$$h^2 = \frac{C_{\gamma}}{C_{\varphi}} \quad (19)$$

где C_{γ} – генотипическая (межгрупповая) дисперсия;

C_{φ} – фенотипическая (общая) дисперсия.

В селекционной работе коэффициент наследуемости используется для определения метода улучшения признака: *признаки с коэффициентом насле-*

дуемости 0,3 и выше можно улучшать массовой селекцией, то есть отбирать лучших животных, и их потомство использовать для воспроизводства стада. Признаки с низким коэффициентом наследуемости улучшить прямой селекцией невозможно, поэтому для их улучшения следует использовать различные приемы подбора, рассчитанные на получение эффекта гетерозиса.

В связи с разработкой надежных систем племенной работы сельскохозяйственных животных большое значение приобретает прогнозирование результативности селекционного процесса и гетерозисного эффекта.

Прогноз результатов селекционной работы можно получить, используя **формулы эффекта селекции за поколение и за год** (20), (21):

$$SE = Sd \cdot h^2, \quad (20)$$

$$SE = \frac{Sd \cdot h^2}{Gl} \quad (21)$$

где Sd – селекционный дифференциал (разность между средней арифметической племенного ядра или селекционной группы (\bar{X}_p) и средней арифметической всей популяции (\bar{X});

h^2 – коэффициент наследуемости признака;

Gl – интервал между поколениями, для определения которого устанавливают возраст родителей на тот период, когда оставленное от них потомство для воспроизводства стада достигает случного возраста.

По формуле (20) можно определить эффект селекции (эффект отбора) за поколение, по формуле (21) – эффект за год.

С помощью этих формул можно рассчитать эффект прогноза по селекционным признакам в целом по стаду независимо от происхождения животных и методов их выведения.

Эффективность отбора зависит от наследуемости признака, времени смены поколений и селекционного дифференциала, которые определяются для каждого конкретного стада. Исследованиями установлено, что чем выше селекционный дифференциал, тем больше эффект селекции в последующих поколениях.

Величина селекционного дифференциала (Sd) зависит от интенсивности отбора, от есть от размера племенной группы (племенного ядра), который определяется племенным назначением стада. Так, в заводских стадах (на племенных заводах, в племенных хозяйствах), обеспечивающих собственное производство и реализующих племенной молодняк для совершенствования других стад, размер селекционной группы больше (70 %), чем в товарных хозяйствах (30 %).

Величина племенного ядра зависит также от продолжительности использования коров в хозяйстве, то есть чем меньше срок их использования, тем больше должна быть племенная группа. При использовании коров в стаде до пяти лактаций необходимо ежегодно обновлять стадо на 20 %.

Планируемый процент ежегодной выбраковки и воспроизводства стада (простое или расширенное) оказывают значительное влияние на интенсивность отбора в стаде селекционной группы. Считается, что на каждую корову необходимо иметь не менее двух телок.

При определении размера племенного ядра необходимо также учесть, какое поголовье коров планируется иметь в стаде через три года, так как первотелки от этого племенного ядра для ремонта могут быть получены только к этому времени.

Размер племенной группы в зависимости от степени браковки и воспроизводства стада приведен в таблице 20.

Для расчета величины племенного ядра как при простом, так и при расширенном воспроизводстве стада рекомендуют применять формулу (22):

$$Y = (P + B) \cdot 2068 \quad (22)$$

где Y – размер племенного ядра, %;

P – проектируемый рост стада, %;

B – уровень браковки коров, %;

2,68 – коэффициент.

Таблица 20 – Расчет размера племенной группы стада (по Дмитриеву Н. Т., 2002 г.)

В процентах

Планируемое воспроизводство	Браковка										
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	27	31	33	35	38	40	44	46	49	51	53
1	31	33	35	38	40	44	46	49	51	53	55
2	33	35	38	40	44	46	49	51	53	55	59
3	35	38	40	44	46	49	51	53	55	59	62
4	38	40	44	46	49	51	53	55	59	62	64
5	40	44	46	49	51	53	55	59	62	64	66

Таблица 21 – Интервал между поколениями для разных видов животных

В годах

Вид животных	Интервал между поколениями
Лошади	8–10
Крупный рогатый скот	4,5–5,0
Овцы	4,0–4,5
Свиньи	1,5–2
Куры	1,0–1,5

Прогнозирование продуктивности с использованием коэффициента наследуемости разберем на примере.

Пример 1. Определите, какой будет величина удоя коров в стаде в следующем поколении (\bar{X}_F), если в настоящее время средний удой по стаду (\bar{X}) составил 3 200 кг; в племенное ядро отобрали коров со средним удоём 3 800 кг (\bar{X}_P), а наследуемость удоя (h^2) составила 0,20.

Решение:

$$\bar{X}_F = \bar{X} + SE; \quad SE = Sd \cdot h^2; \quad Sd = \bar{X}_P - \bar{X}$$

Тогда:

$$Sd = 3800 - 3200 = 600 \text{ кг};$$

$$SE = 600 \cdot 0,20 = 120 \text{ кг};$$

$$\bar{X}_F = 3200 + 120 = 3320 \text{ кг}$$

То есть удой коров-дочерей составит 3 320 кг.

Селекционный эффект за год можно рассчитать, если разделить эффект за поколение на интервал между поколениями:

$$SE = \frac{120}{5} = 24 \text{ кг}$$

Селекционный дифференциал, выраженный в долях от среднего квадратического отклонения, называется **интенсивностью селекции (i)**. Он определяется по формуле (23):

$$i = \frac{Sd}{\sigma} \quad (23)$$

Интенсивность отбора зависит от числа животных, отбираемых в племенное ядро: чем больше животных отбирается в племенное ядро, тем меньше интенсивность селекции, а соответственно и эффект селекции (табл. 22).

Таблица 22 – Зависимость интенсивности селекции от доли отобранных в племенное ядро животных

Доля животных, отобранных в племенное ядро	Интенсивность селекции
1,00	0,00
0,95	0,1094
0,90	0,1954
0,85	0,2732
0,70	0,4970
0,50	0,7978
0,30	1,1617
0,10	1,7590
0,05	2,08

Пример 2. В стаде со средним удоем 3 200 кг, в племенное ядро отобрали 70 % коров. Определите средний удой коров в племенном ядре, эффект селекции за год и за поколение, если $\sigma = 300$ кг, $h^2 = 0,23$.

Решение:

Имеем: $\bar{X} = 3200$; $P = 0,70$; $\sigma = 300$; $h^2 = 0,23$.

Воспользуемся формулой (23), тогда:

$$Sd = i \cdot \sigma$$

$$\text{при } P = 0,70; i = 0,4970; Sd = 0,4970 \cdot 300 = 149,1 \text{ кг}$$

Через селекционный дифференциал Sd находим \bar{X}_P :

$$Sd = \bar{X}_P - \bar{X}, \text{ отсюда } \bar{X}_P = \bar{X} + Sd$$

$$\text{Таким образом, } \bar{X}_P = 3200 + 149,1 = 3349,1 \text{ кг}$$

Следовательно, средний удой коров племенного ядра составил 3 349,1 кг.

Определяем эффект селекции за поколение и эффект селекции за год по формулам (20) и (21):

$$\text{эффект селекции за поколение: } 149,1 \cdot 0,23 = 34,3 \text{ кг}$$

$$\text{эффект селекции за год: } \frac{34,3}{5} = 6,9 \text{ кг}$$

То есть при отборе в племенное ядро 70 % коров, эффект отбора за поколение и за год оказался очень низким.

Но если в племенное ядро (селекционную группу) отбирают определенное количество животных, нужно знать ту минимальную величину признака, с которой начинают вводить животных в племенное ядро. Предположим, средний удой по стаду составляет 3 000 кг, а средний удой коров племенного ядра равен 3 300 кг. С каким минимальным удоём начали отбирать коров в племенное ядро?

Минимальное значение признака у животных, отбираемых в селекционную группу, называется **границей отбора или селекционной точкой (X_P)**.

Для определения границы отбора используют формулу (24):

$$X_P = \bar{X} + d \tag{24}$$
$$\text{где } d = U \cdot \sigma$$

где d – отклонение границы отбора от средней по стаду (популяции);

U – величина отсекаемой абсциссы, которую можно определить из таблицы интенсивности отбора (табл. 23).

Таблица 23 – Интенсивность отбора (Борисенко Е. Я. с соавт., 1984)

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	+1,78	2,2700
0,50	0	0,7978	0,02	+2,05	2,4400
0,45	+0,13	0,8791	0,01	+2,33	2,6400

Пример 3. В стаде со средним удоем $\bar{X} = 3\ 300$ кг, $\sigma = 450$ кг, был получен за поколение эффект 50 кг; в племенное ядро отбирали 65 % коров ($P = 0,65$). Определите границу отбора X_p , коэффициент наследуемости удоя h^2 , селекционный дифференциал Sd , средний удой коров племенного ядра \bar{X}_p .

Решение:

Имеем: $\bar{X} = 3300$; $P = 0,65$; $\sigma = 450$; $SE = 50$.

Из таблицы 23: при $P = 0,65$; $i = 0,57$.

Воспользуемся формулой (23), тогда:

$$Sd = i \cdot \sigma$$

Находим $Sd = 0,57 \cdot 450 = 256$ кг

Коэффициент наследуемости определяем из формулы (20):

$$SE = Sd \cdot h^2 \text{ или } h^2 = \frac{SE}{Sd}$$

Тогда $h^2 = \frac{50}{256} = 0,20$.

Средний удой коров племенного ядра находим через селекционный дифференциал по формуле:

$$Sd = \bar{X}_p - \bar{X}, \text{ отсюда } \bar{X}_p = \bar{X} + Sd$$

Таким образом, $\bar{X}_p = 3300 + 256 = 3556$ кг

Определяем границу отбора X_p . При $P = 0,65$ и $U = -0,39$ (из таблицы интенсивности отбора), следовательно:

$$d = U \cdot \sigma = (-0,39) \cdot 450 = -176 \text{ кг}$$

Это значит, что граница отбора ниже средней по стаду на 176 кг, то есть:

$$X_p = \bar{X}_p + d; X_p = 3300 - 176 = 3124 \text{ кг}$$

Таким образом, в племенное ядро отбирали коров с удоем 3 124 кг и выше.

Пример 4. Методом дисперсионного анализа определите коэффициент наследуемости удоя в стаде, где основная часть поголовья – потомство быков производителей Метеора 223, Алмаза 4467 и Сатурна 63. Рассчитанные данные занесите в таблицу 24.

Таблица 24 – Определение коэффициента наследуемости

Показатели	Градации			Число градаций ($r = 3$)
	Метеор 223	Алмаз 4467	Сатурн 63	
X	45; 38; 37; 52; 39	38; 37,5; 42; 35; 41	41; 40; 39; 41,5; 38,5	–
n	5	5	5	15
$\sum x$	211	193,5	200	604,5
$\bar{X}_i = \frac{\sum x}{n}$	42,2	38,7	40	$604,5/15 = 40,3$
$\bar{X}_i - \bar{X}_\Sigma$	1,9	-1,6	-0,3	$C\gamma = \sum n_i (\bar{X}_i - \bar{X}_\Sigma)^2$
$X - \bar{X}_i$	2,8; -4,2; -5,2; 9,8; -3,2	-0,7; -1,2; 3,3; -1,7; 2,3	1; 0; -1; 1,5; -1,5	$C\phi = \sum (X - \bar{X}_i)^2$
$X - \bar{X}_\Sigma$	4,7; -2,3; 3,3; 11,7; 1,3	-2,3; -2,8; 1,7; -5,3; 0,7	0,7; -0,3; -1,3; -1,2; -1,8	$C\pi = \sum (X - \bar{X}_\Sigma)^2$

Коэффициент наследуемости определяем из выражения:

$$h^2 = \frac{C_y}{C_\varphi}$$

где C_y – генотипическая дисперсия; C_φ – фенотипическая дисперсия; C_π – паратипическая дисперсия.

Тогда:

$$C_y = 5 \cdot 1,9^2 + 5(-1,6)^2 + 5(-0,3)^2 = 31,3;$$

$$C_\varphi = 2,8^2 + (-4,2)^2 + (-5,2)^2 + \dots + 1,5^2 + (-1,5)^2 = 197,1'$$

$$C_\pi = 4,7^2 + (-2,3)^2 + (-3,3)^2 + \dots + (-1,2)^2 + (-1,8)^2 = 228,1.$$

Проверяем равенство: $31,3 + 197,1 = 228,4$.

Определяем h^2 : $h^2 = 31,3 / 228,4 = 0,14$.

Наследуемость удоя в стаде очень низкая и составляет 14 % ($h^2 = 0,14$).

Пример 5. *Методом дисперсионного анализа определите долю влияния баранов-производителей на настриг шерсти их потомства по данным таблицы 25.*

Таблица 25 – Определение коэффициента доли влияния производителя настрига шерсти

y_i	№ 23	№ 4691	№ 185	n_y	$y - \bar{y}$	$(y - \bar{y})^2$	$n_y(y - \bar{y})^2$
2,5	–	1	–	1	–2,65	7,0225	7,0225
3,0	–	1	1	2	–2,15	4,6225	9,245
3,5	1	2	3	6	–1,65	2,7225	16,335
4,0	2	3	3	8	–1,15	1,3225	10,58
4,5	4	3	7	14	–0,65	0,4225	5,915
5,0	4	3	7	14	–0,15	0,0225	0,315
5,5	7	6	7	20	0,35	0,1225	2,45
6,0	6	6	1	13	0,85	0,7225	9,3925
6,5	4	3	1	8	1,35	1,8225	14,58
7,0	2	1	–	3	1,85	3,4225	10,2675
7,5	–	–	–	–	2,35	5,5225	0
8,0	–	1	–	1	2,85	8,1225	8,1225
8,5	–	–	–	–	3,35	11,2225	0
$n_a = \sum n_i$	30	30	30	90	–		
$\sum n_i y_i$	164	156,5	143	$\sum \sum n_i y_i = 463,5$ $\bar{y} = \frac{463,5}{90} = 5,15$	–	$C_y = \sum n_y (\bar{y}_a - \bar{y})^2$ $C_y = 94,225$	

Продолжение таблицы 25

y_i	№ 23	№ 4691	№ 185	n_y	$y - \bar{y}$	$(y - \bar{y})^2$	$n_y(y - \bar{y})^2$
\bar{y}_a	5,47	5,22	4,77				
$\bar{y}_a - \bar{y}$	0,32	0,07	-0,38				
$(\bar{y}_a - \bar{y})^2$	0,1024	0,0049	0,1444				
$n_a(\bar{y}_a - \bar{y})^2$	3,072	0,147	4,332				

$$\sum n_a(\bar{y}_a - \bar{y})^2 = C_{\text{МГ}} = 7,551$$

$$C_e = C_y - C_{\text{МГ}}; C_e = 94,225 - 7,551 = 86,674$$

$$\sigma_e^2 = \frac{C_e}{k(n-1)}; \sigma_e^2 = \frac{86,674}{3(30-1)} = 0,99625$$

$$\sigma_{\text{МГ}}^2 = \frac{C_{\text{МГ}}}{k-1}; \sigma_{\text{МГ}}^2 = \frac{7,551}{2} = 3,7755$$

$$\sigma_a^2 = \frac{\sigma_{\text{МГ}}^2 - \sigma_e^2}{n}; \sigma_a^2 = \frac{3,7755 - 0,99625}{30} = 0,093$$

$$r_w = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2}; r_w = \frac{0,093}{0,093 + 0,99625} = 0,085$$

где C – дисперсия; C_y – общая дисперсия; $C_{\text{МГ}}$ – межгрупповая дисперсия; C_e – случайная дисперсия; σ^2 – дисперсия; σ_e^2 – случайная дисперсия; $\sigma_{\text{МГ}}^2$ – межгрупповая дисперсия; σ_a^2 – факториальная дисперсия, r_w – доля влияния.

Вывод. На величину настрига у потомства влияния баранов-производителей составляет 8,5 % от всех факторов.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. В стаде со средним удоем 3 300 кг, $\sigma = 550$ кг, был получен за поколение эффект 200 кг, в племенное ядро отбирали 65 % коров. Определите коэффициент наследуемости (h^2), границу отбора (X_p), селекционный дифференциал (Sd) и средний удой коров племенного ядра (\overline{X}_p).

2. В племенное ядро отобрали коров, средний удой которых составил 3 800 кг. За поколение был получен селекционный эффект 175 кг. Определите процент отбора, средний удой коров в стаде, границу отбора, если $\sigma = 600$ кг, $h^2 = 0,4$.

3. В племенное ядро отобрали коров с минимальным удоем 3 800 кг. За поколение был получен селекционный эффект 175 кг. Определите процент отбора, средний удой коров в стаде, средний удой коров племенного ядра, если $\sigma = 600$ кг, $h^2 = 0,4$.

4. В племенное ядро отобрали коров с удоем 2 800 кг и выше. За поколение был получен эффект 75 кг. Определите процент отбора, \overline{X} , \overline{X}_p , если известно, что $\sigma = 600$ кг, $h^2 = 0,30$.

5. В стаде со средним удоем 3 200, $\sigma = 450$ кг, $h^2 = 0,4$, в племенное ядро отобрали коров с удоем 3 400 кг и выше. Определите величину селекционного дифференциала и эффект селекции за год и за поколение.

6. Средний удой по стаду составил 4 200 кг, $\sigma = 500$ кг. В племенное ядро отобрали коров, средний удой которых составил 4 500 кг. Определите процент отбора, коэффициент наследуемости удоя, если селекционный эффект за год достигал 30 кг.

7. В стаде со средним удоем 3 500 кг в племенное ядро отобрали коров с удоем 3 600 кг в среднем. Определите коэффициент наследуемости удоя, границу отбора, селекционный дифференциал и эффект селекции за год и за поколение, если $\sigma = 400$ кг.

8. В племенное стадо отобрали коров с удоем 3 800 кг и выше. Средний удой по стаду составил 4 000 кг. Определите селекционный дифференциал, среднее квадратическое отклонение и коэффициент наследуемости удоя в стаде, если интенсивность отбора составила 0,5 а селекционный эффект за поколение 90 кг.

9. В племенное ядро отобрали коров, средний удой которых составил 2 800 кг. За поколение был получен селекционный эффект 75 кг. Определите процент отбора, средний удой коров в стаде, границу отбора, если $\sigma = 300$ кг, $h^2 = 0,30$.

10. Средний удой коров в стаде составил 3 080 кг, $\sigma = 300$ кг, $h^2 = 0,35$. Определите средний удой коров племенного ядра, величину селекционного дифференциала, границу отбора и удой коров-дочерей, если в племенное ядро отобрали 65 % коров.

11. Удой коров-матерей составил 3 000 кг, $\sigma = 550$ кг, $h^2 = 0,4$. Определите, с каким удоем отобрали коров в племенное ядро (\bar{X}_P, X_P), если удой коров-дочерей составил 3 100 кг.

12. В стаде со средним удоем 4 300 кг в племенное ядро отобрали коров с минимальным удоем 4 300 кг. Определите процент отбора (P), средний удой коров племенного ядра (\bar{X}_P), селекционный эффект за год и за поколение, если $\sigma = 520$ кг, $h^2 = 0,25$.

13. Средняя жирномолочность коров стада составляла 3,6 %; $\sigma = 0,2$ %; в племенное ядро отобрали 75 % коров. Определите жирномолочность коров-дочерей, если наследуемость жирномолочности в этом стаде $h^2 = 0,42$.

14. В племенное ядро отобраны коровы, жирномолочность которых составляла 3,8 % и выше. Какое содержание жира ожидается у коров-дочерей, если наследуемость жирномолочности составила $h^2 = 0,65$; среднее содержание жира в молоке – 3,9 %; $\sigma = 0,18$.

15. Перед селекционером стоит задача повысить в следующем поколении жирномолочность до 3,9 %, то есть на 0,1 % по сравнению с тем, что имеется в настоящее время. Каких коров нужно отобрать в племенное ядро, если наследуемость жирномолочности $h^2 = 0,7$, а $\sigma = 0,2$ %?

16. Средний удой коров стада составляет 3 250 кг ($\sigma = 220$ кг, $h^2 = 0,24$). В племенное ядро стада отбирают 70 % коров. Каков максимальный удой коров, подлежащих выбраковке?

17. Средний удой коров стада составляет $\bar{X} = 2 800$ кг, $\sigma = 300$ кг, $h^2 = 0,28$. Планируется выбраковать коров с удоем 2 600 и ниже. Определите процент отбираемых в племенное ядро коров (процент отбора), средний удой коров племенного ядра, эффект отбора.

18. В стаде со средним удоем 4 200 кг ($\sigma = 3000$ кг, $h^2 = 0,30$) для племенного использования оставили 70 % коров. Определите максимальный удой коров, подлежащих выбраковке; удой коров-дочерей и эффект отбора за год.

19. Средний удой стада составляет 2 800 кг, минимальный удой 1 800 кг, максимальный – 3 600 кг. В племенное ядро отобрали коров с минимальным удоем 2 500 кг, коэффициент наследуемости $h^2 = 0,20$. Определите процент отбора, средний удой коров в племенном ядре, селекционный дифференциал и эффект селекции за поколение.

Задание. Рассчитать коэффициент наследуемости, селекционный эффект, селекционный дифференциал, границу отбора. Отобрать племенное ядро. В обработку отбирается не менее 50 пар мать – дочь.

Определите племенную ценность животных стада, размер племенного ядра с учетом роста и уровня браковки коров. Сведения о быках занесены в таблицу 26.

Таблица 26 – Сведения о быках

Кличка быка	Индивидуальный номер быка	Порода	Том государственной книги племенных животных
Гром	420	холмогорская	16
Закал	2486	холмогорская	16
Запорожец	110	холмогорская	16
Кавалер	102	холмогорская	16
Комелек	279	холмогорская	16
Крикун	208	холмогорская	16
Лекторий	215	холмогорская	17–18
Любимый	219	холмогорская	17
Медовик	834	холмогорская	16
Полюс	652	холмогорская	21
Разгром	36	холмогорская	21
Ромик	93	холмогорская	21
Умор	24	холмогорская	27
Фураж	61	холмогорская	27
Линди	693	черно-пестрая	11
Негус	11	черно-пестрая	11
Секрет	214	черно-пестрая	11
Слон	87	черно-пестрая	11
Ленард	10 603	черно-пестрая	13
Минус	147	черно-пестрая	15
Хейн	66 639	черно-пестрая	15
Стивен	54 488	черно-пестрая	15
Цеппер	10 606	черно-пестрая	15
Сибер	6	черно-пестрая	38
Тюскагорд	25	черно-пестрая	38
Мак	1 127	черно-пестрая	38

Задания для самостоятельной работы

Продолжение таблицы 26

Кличка быка	Индивидуальный номер быка	Порода	Том государственной книги племенных животных
Фоккс	25 336	черно-пестрая	38
Стевен	54 448	черно-пестрая	38
Гулант	74	черно-пестрая	38
Кобас Жерард	3 516	черно-пестрая	38
Атхо	15	черно-пестрая	38–39
Герм	35 166	черно-пестрая	38–39
Диамант	54 485	черно-пестрая	38–39
Заке	35 178	черно-пестрая	38–39
Заступ	178	черно-пестрая	38–39
Кулик	1 592	черно-пестрая	38–39
Мубер	23	черно-пестрая	38–39
Янтье-Адема	25 584	черно-пестрая	38–39
Ян	6 511	черно-пестрая	29

Задания на расчет селекционно-генетических параметров

1. Установите степень связи между заболеваемостью крупного рогатого скота эмфизематозным карбункулом и долей иммунизированных животных против этой болезни в области по данным таблицы 27.

Таблица 27 – Данные о заболеваемости и иммунизации животных

Показатель	Год									
	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
Заболеваемость, %	19,8	10,3	9,8	7,9	5,6	3,4	3,7	3,1	2,9	1,5
Вакцинировано животных, %	35,7	38,7	48,6	53,2	60,2	62,3	67,8	69,1	72,5	78,2

2. Вычислите коэффициент корреляции и регрессии между относительным числом активных нейтрофилов у коров-матерей и их дочерей по следующим данным:

матери: 36; 30; 37; 20; 38; 28; 29; 32; 38; 32

дочери: 40; 23; 31; 32; 34; 32; 25; 24; 40; 36

3. Определите характер и степень взаимосвязи годовых надоев с содержанием жира в молоке у коров-первотелок симментальской породы (1 группа):

Удой, кг: 3 001; 2 253; 2 780; 3 503; 2 970; 2 750; 2 320; 3 250; 3 450; 3 220; 2 980; 3 650; 2 700; 2 450; 2 720; 2 890; 3 520; 3 760; 3 920; 3 780; 2 890; 2 540; 3 600; 3 710; 3 320; 3 450; 3 720; 3 450; 2 980; 2 750

Содержание жира, %: 3,70; 3,90; 3,80; 3,75; 3,66; 3,87; 3,70; 3,50; 3,80; 3,82; 3,79; 3,90; 3,40; 4,00; 3,90; 4,20; 3,70; 3,30; 3,70; 3,72; 3,86; 3,97; 4,20; 4,01; 4,15; 3,92; 4,01; 4,02; 3,80; 3,75

4. Приведены данные, характеризующие коров-первотелок симментальской породы второй группы по молочной продуктивности. Вычислить коэффициенты корреляции и регрессии показателей удоя с жирномолочностью.

Удой, кг: 3 280; 3 120; 3 150; 4 250; 4 100; 3 920; 3 500; 3 100; 3 080; 2 920; 2 910; 3 200; 3 120; 4 100; 2 750; 2 620; 2 900; 2 980; 3 200; 3 250; 3 125; 3 720; 3 620; 2 870; 3 750; 3 280; 3 100; 3 750; 2 680; 2 970

Содержание жира, %: 3,8; 3,9; 3,7; 3,8; 4,2; 4,0; 4,3; 3,7; 4,4; 3,9; 3,7; 3,6; 3,9; 3,8; 4,0; 3,5; 3,6; 3,7; 4,0; 4,2; 4,0; 3,9; 3,8; 3,7; 3,6; 3,8; 4,0; 4,2; 4,1; 4,07

5. Установите степень связи между заболеваемостью крупного рогатого скота эмфизематозным карбункулом и долей иммунизированных животных против этой болезни в области по данным таблицы 28.

Таблица 28 – Данные о заболеваемости и иммунизации животных

Показатель	Год									
	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
Заболеваемость, %	18,3	10,2	8,5	7,7	5,6	3,9	4,2	2,9	2,5	1,6
Вакцинировано животных, %	35,4	38,4	46,9	51,9	61,8	55,2	63,4	67,8	79,0	80,1

6. Ниже приведены данные, характеризующие молочную продуктивность коров-первотелок третьей группы. Определите степень связи надоев молока с жирномолочностью у коров группы:

Задания для самостоятельной работы

Удой, кг: 3 000; 2 750; 2 750; 2 920; 3 100; 2 940; 2 850; 2 640; 2 720; 3 200; 2 840; 2 650; 2 470; 2 380; 2 750; 2 620; 2 980; 2 750; 2 480; 2 640; 3 100; 2 940; 2 720; 2 840; 2 480; 2 750; 2 650; 2 640; 3 000; 2 720

Содержание жира, %: 3,8; 3,7; 3,9; 4,0; 4,0; 4,3; 3,75; 3,86; 3,8; 3,7; 3,7; 3,9; 4,2; 3,7; 3,9; 4,0; 4,2; 4,2; 4,3; 4,1; 3,7; 3,8 3,8; 3,9; 3,92; 3,75; 3,75; 3,8; 3,6; 3,76

7. Определите взаимосвязь удоев с жирномолочностью у коров-первотелок четвертой группы по следующим данным:

Удой, кг: 2 650; 2 680; 2 560; 2 420; 2 720; 2 350; 2 420; 2 650; 2 720; 3 010; 3 070; 2 650; 2 720; 2 750; 2 840; 2 960; 2 750; 2 650; 2 420; 2 780; 2 680; 2 680; 2 960; 2 620; 2 420; 2 750; 2 680; 2 750; 2 960; 3 100

Содержание жира, %: 3,7; 3,9; 3,75; 3,78; 3,92; 4,0; 4,2; 4,2; 4,0; 3,9; 3,77; 3,78; 3,9; 3,7; 3,7; 4,0; 4,0; 3,6; 3,6; 3,8; 3,8; 3,7; 3,8; 3,9; 3,7; 3,9; 3,7; 4,0; 4,0; 3,7

8. Определите степень взаимосвязи удоев с живой массой у коров симментальской породы по следующим данным:

Живая масса, кг: 547; 507; 475; 544; 536; 490; 575; 450; 470; 495

Удой, кг: 3 450; 2 680; 3 820; 4 570; 5 120; 4 570; 5 370; 1 842; 2 500; 3 000

9. Определите степень взаимосвязи удоя за вторую лактацию с удоем за третью лактацию у коров линии Сигнала симментальской породы по следующим данным:

Удой за 2 лактацию, кг: 2 520; 1 990; 2 550; 2 465; 2 355

Удой за 3 лактацию, кг: 2 720; 2 010; 2 850; 2 695; 2 470

10. Определите характер и степень связи высоты в холке и глубины груди у коров симментальской породы по следующим данным:

Высота в холке, см: 135; 128; 127; 139; 133; 138; 134; 137; 135; 144

Глубина груди, см: 62; 60; 60; 70; 62; 76; 65; 66; 68; 70

11. Определите, существует ли взаимосвязь настрига шерсти от овцематок-матерей с настригом шерсти от овцематок-дочерей по следующим данным:

Настриг шерсти от овцематок-матерей, кг: 4,0; 6,0; 8,5; 4,5; 6,0; 6,5; 5,0; 6,0; 7,0; 5,5; 6,0; 8,0; 5,5; 6,5; 8,0

Настриг шерсти от овцематок-дочерей, кг: 6,0; 9,0; 5,5; 6,0; 6,5; 5,5; 6,5; 6,5; 7,5; 7,5; 6,0; 6,0; 5,5; 7,5; 8,5

12. Определите характер и степень связи содержания жира в молоке у коров симментальской породы за первую и третью лактацию по следующим данным:

4,20–4,50 4,00–4,03 4,00–4,00 4,00–3,91

4,00–4,00 3,87–3,90 3,90–4,01

3,90–4,00 3,90–3,90 4,30–4,26

13. На первом месте – содержание жира в молоке коров за первую лактацию; на втором месте – за третью лактацию. Определите коэффициент корреляции между жирномолочностью коров швицкой породы в возрасте первого отела с жирномолочностью в возрасте второго отела по следующим данным:

4,20–4,30 3,89–3,88 4,30–4,04 3,90–3,90

4,20–4,40 4,00–4,10 4,33–4,01

4,00–3,98 3,88–4,00 4,30–4,31

14. По следующим данным определите, существует или нет взаимосвязь между массой и обхватом груди у коров айрширской породы:

Живая масса, кг: 388; 418; 430; 439; 495; 407; 465; 391; 365; 383; 4,27

Обхват груди, см: 169; 179; 179; 190; 176; 189; 174; 167; 172; 183; 186

15. Определите коэффициент корреляции и регрессии между живой массой коров перед убоем и убойной массой по следующим данным:

Живая масса, кг: 465; 550; 490; 575; 675; 640; 660; 300; 365; 510

Убойная масса, кг: 245; 286; 248; 335; 352; 330; 370; 221; 214; 330

16. Определите характер и степень взаимосвязи промера и живой массы у поросят в 2-месячном возрасте по следующим данным:

Обхват груди, см: 67; 68; 53; 61; 57; 64; 66; 53; 74; 70; 73; 60; 69; 62; 60

Живая масса, кг: 27; 32; 23; 29; 28; 30; 25; 32; 38; 32; 33; 26; 28; 25; 30

17. Определите, существует ли взаимосвязь между массой яиц и их длиной по следующим данным:

Масса яиц, г: 57; 54; 55; 52; 56; 60; 56; 56; 57; 58

Длина яиц, мм: 61; 59; 58; 56; 57; 59; 56; 58; 56; 60

18. Определите коэффициенты корреляции и регрессии по данным живой массы крупного рогатого скота в возрасте 12 мес. и 36 мес.

Живая масса в возрасте 12 мес., кг: 223; 200; 249; 241; 239; 230; 277; 280; 244; 260

Живая масса в возрасте 36 мес., кг: 500; 480; 510; 490; 530; 500; 550; 550; 550; 520

19. Определите характер и степень взаимосвязи промеров высоты в холке и глубины груди у 10-месячных свиней:

Высота в холке, см: 65; 72; 70; 71; 74; 73; 68; 73; 65; 75; 67; 71; 68; 70

Глубина груди, см: 37; 42; 37; 40; 40; 40; 35; 38; 39; 40; 37; 40; 39; 38

20. Определите, существует ли взаимосвязь длины туловища и живой массой у подсвинков 4-месячного возраста:

Длина туловища, см: 91; 86; 79; 84; 72; 80; 78; 83; 94; 94; 81; 88

Живая масса, кг: 39; 32; 29; 35; 25; 29; 30; 48; 47; 43; 37; 38

21. Определите характер и степень связи жирномолочности коров симментальской породы в возрасте первого отела и в возрасте 10 отелов:

Жирномолочность коров-первотелок, %: 4,20; 4,00; 3,90; 3,87; 4,00; 3,90; 4,30; 4,00

Жирномолочность коров 10 лактации, %: 4,40; 4,20; 4,00; 3,90; 4,00; 4,02; 4,10; 4,02

22. Определите степень взаимосвязи высших суточных удоев коров швицкой породы с высшими суточными удоями их дочерей по следующим данным:

Высший суточный удой коров-матерей, кг: 10,0; 20,3; 16,1; 15,8; 14,8; 18,3; 24,1; 13,0; 19,3; 19,0

Высший суточный удой коров-дочерей, кг: 17,3; 21,4; 18,0; 22,4; 17,0; 16,0; 14,0; 15,0; 17,0; 15,3

23. Определите характер и степень связи многоплодия свиноматок крупной белой породы с их молочностью по следующим данным:

11 – 45 11 – 40 10 – 52 10 – 57 10 – 50

11 – 48 9 – 43 13 – 51 12 – 41

24. Определите коэффициенты корреляции и регрессии по данным высших суточных удоев коров черно-пестрой породы и их дочерей:

Матери: 22,5; 17,0; 18,0; 17,4; 29,0; 22,5; 19,9; 17,8; 15,3; 12,9

Дочери: 19,0; 12,9; 21,3; 19,3; 14,0; 29,0; 17,0; 16,0; 19,0; 14,0

25. Рассчитайте степень взаимосвязи живой массы коров в возрасте первого и второго отелов по следующим данным:

Первый отел, кг: 380; 415; 505; 444; 390; 450; 420; 430; 410; 400

Второй отел, кг: 460; 460; 540; 505; 430; 510; 480; 480; 470; 450

26. Рассчитайте коэффициенты корреляции и регрессии между живой массой коров линии Аннас-Адема в возрасте второго и третьего отелов:

Второй отел, кг: 460; 460; 540; 505; 430; 510; 480; 480; 470; 450

Третий отел, кг: 470; 420; 580; 535; 470; 540; 527; 526; 500; 480

27. Определите, имеется ли взаимосвязь между удоем за лактацию и живой массой коров по следующим данным:

Удой, кг: 3 076; 2 233; 2 322; 2 499; 2 534; 2 736; 2 235; 2 690; 2 660; 2 891

Масса, кг: 510; 350; 395; 400; 490; 428; 390; 427; 450; 482

28. Определите характер и степень связи между удоем за вторую лактацию и содержанием жира в молоке у коров линии Аннас-Адема:

2 863–3,7 3 368–3,9 2 093–3,9 1 784–3,7 3 354–3,8
3 120–3,5 2 619–3,4 3 078–4,0 4 072–3,9 3 636–3,6
4 190–3,7 2 924–3,6 3 451–3,8 3 110–3,6

29. По данным удоя за третью лактацию и жирномолочности коров линии Аннас-Адема определите, существует ли взаимосвязь между этими признаками:

Удой за лактацию, кг: 1 902; 4 276; 3 265; 3 764; 2 992; 3 820; 2 541; 3 720; 3 980; 4 125; 4 730; 2 356; 3 825; 2 816

Содержание жира в молоке, %: 3,7; 3,6; 3,7; 3,7; 3,8; 3,7; 3,9; 3,7; 4,0; 3,6; 3,5; 3,8; 4,0; 3,5

30. Рассчитайте среднюю (\bar{x}), сигму (δ), коэффициент вариации (C_v) по данным молочности свиноматок: 54; 55; 64; 60; 49; 72; 42; 56; 54; 54; 54; 54.

31. Рассчитайте среднюю (\bar{x}), сигму (δ), коэффициент вариации (C_v) по данным многоплодия свиноматки: 12; 10; 13; 10; 10; 17; 9; 12; 10; 9; 14; 12.

32. Рассчитайте степень взаимосвязи живой массы и молочности свиноматок (второй опорос) по следующим данным:

220–48; 200–31; 200–60; 200–60; 226–65; 215–55; 200–66; 179–60; 245–45; 220–60; 211–45; 240–45; 225–36; 255–69; 228–48; 226–50; 200–60; 220–60; 220–66; 222–55; 226–44; 210–35; 190–60; 199–60; 220–42; 195–62; 225–60; 235–60; 200–60

33. Определите характер и степень связи живой массы и многоплодия свиноматок:

236–14; 200–9; 200–12; 200–10; 230–11; 225–12; 225–9; 230–12;
220–11; 210–10; 240–11; 200–11; 230–10; 230–12; 230–8; 205–11;
225–11; 225–10; 200–11; 225–10; 200–10; 245–11; 240–15; 230–8;
215–10; 205–10; 225–9; 210–11; 240–12; 230–10; 245–13; 230–14;
235–12; 225–9; 245–15; 225–11; 215–8; 205–10; 225–10; 226–9; 240–12

34. Рассчитайте степень взаимосвязи живой массы свиноматки и массы гнезда при отъеме по следующим данным:

220–156; 240–120; 190–144; 245–128; 222–80; 226–66; 200–160; 200–175;
211–98; 210–85; 179–143; 195–160; 195–226; 200–111; 200–136; 255–153;
226–80; 200–111; 226–99; 220–130; 225–158; 225–90; 199–180; 220–175;
215–165; 200–160; 220–112; 226–100; 235–160; 228–139; 200–157; 220–157; 200–100

35. Определите характер и степень связи живой массы и длины туловища свиноматок по приведенным данным:

220–157; 240–160; 190–150; 245–165; 220–155; 226–161; 200–155; 200–155; 220–160;
211–154; 240–150; 179–152; 195–145; 222–159; 200–162; 210–156; 255–165; 220–155;
226–156; 200–162; 226–156; 220–160; 195–157; 200–155; 225–160; 199–155; 200–160;
215–159; 200–155; 220–155; 226–155; 225–160; 228–171; 235–160

36. Рассчитайте степень взаимосвязи живой массы и многоплодия свиноматок второго опороса по следующим данным:

220–11; 200–10; 200–10; 200–10; 226–16; 195–14; 226–10; 200–12; 226–11; 195–11;
211–12; 240–11; 225–9; 255–11; 228–10; 225–10; 200–11; 200–10; 220–10; 220–11;
226–13; 210–9; 190–10; 199–10; 220–11; 235–10; 220–10; 222–11

37. Определите характер и степень связи многоплодия и молочности свиноматок по приведенным данным:

11–48; 11–45; 10–60; 12–45; 10–60; 10–50; 10–60; 10–60; 10–48;
12–45; 9–35; 13–60; 11–55; 11–55; 12–66; 10–60; 11–69; 11–42;
13–44; 12–66; 11–45; 11–66; 14–62; 10–31; 9–36; 10–60; 11–55;
10–55; 12–60; 10–60; 16–65; 10–60; 10–60; 13–60

38. Рассчитайте степень взаимосвязи многоплодия и молочности свиноматок по следующим данным:

14–35; 9–54; 12–60; 10–42; 11–50; 12–66; 9–59; 15–42; 11–66; 13–60;
11–55; 10–60; 11–54; 11–60; 10–50; 12–72; 9–45; 12–44; 10–50; 10–54;
11–54; 10–55; 9–42; 11–55; 8–42; 12–56; 8–56; 11–50; 10–48; 10–60;
10–60; 10–55; 9–42; 11–55; 8–42; 11–60; 15–55; 8–56; 14–36; 12–52;
10–60; 14–60; 15–56; 10–63; 9–45

39. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным живой массы свиноматок:

250; 225; 250; 240; 255; 240; 247; 240; 235; 236; 235; 245

40. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным промеров (длина туловища) у свиноматок:

165; 164; 165; 162; 165; 165; 165; 165; 160; 165; 165; 165

41. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным выхода «деловых» поросят:

9; 10; 10; 10; 7; 11; 6; 6; 9; 8; 9; 8

42. Определите характер и степень связи живой массы и многоплодия (пятый опорос) по приведенным данным:

250–12;	255–10;	235–10;	250–13;	247–9;	235–14;
225–10;	240–17;	236–9;	240–10;	240–12;	245–12

43. Рассчитайте степень взаимосвязи многоплодия и «делового» выхода по следующим данным:

11–8; 10–5; 10–8; 10–10; 16–10; 10–9; 10–10; 12–7; 13–11; 12–7; 11–10;
12–7; 11–8; 9–6; 11–9; 10–8; 10–8; 10–6; 12–10; 11–9; 11–10; 11–8;
13–8; 9–5; 10–9; 10–10; 11–9; 13–9; 12–7; 10–10; 10–10; 11–10; 14–10

44. Определите характер и степень связи молочности и «делового» выхода поросят ($n = 25$) по приведенным данным:

55–10;	72–12;	26–5;	66–7;	50–9;	55–7;	45–5;	40–3;	54–6;
60–9;	60–7;	66–10;	60–8;	45–9;	44–7;	55–7;	77–11;	
60–8;	66–10;	66–10;	39–6;	54–7;	60–9;	60–8;	66–10	

45. Рассчитайте степень взаимосвязи живой массы свиноматки и массы гнезда при отъеме (третий опорос) по следующим данным:

236–962; 200–157; 200–171; 200–95; 320–165; 225–162; 225–140; 230–126;
220–203; 210–101; 240–171; 225–96; 200–170; 230–136; 230–144; 200–139;
225–180; 225–155; 200–155; 210–103; 240–103; 225–100; 225–190; 230–144;
215–160; 205–160; 225–102; 225–160; 215–90; 245–110; 240–193; 200–128;
235–154; 225–112; 245–100; 230–90; 245–180; 205–135; 225–162; 226–119;
230–90; 230–120; 220–119; 245–148; 240–100

46. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным живой массы коров симментальской породы, кг:

456; 445; 496; 480; 478; 447; 483; 498; 489; 466; 504; 467; 457; 439; 501; 463; 478; 449; 463; 479; 491; 519; 507; 461; 474; 510; 488; 476; 485; 452; 483; 492; 469; 480; 484

47. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным толщины шпика у свиней крупной белой породы, мм:

37; 33; 41; 40; 28; 39; 35; 37; 28; 33; 40; 39; 31; 35; 31; 34; 42; 32; 34; 36; 36; 38; 32; 35; 31; 38; 35; 36; 34; 34; 30; 38; 29; 37; 34; 31; 38; 35; 36; 36; 34; 30; 38; 29; 37

48. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о надое молока у коров симментальской породы, кг:

3 820; 4 439; 3 281; 3 168; 4 206; 3 536; 3 321; 3 960; 4 056; 4 223; 3 710; 3 496; 3 971; 3 707; 3 762; 4 058; 4 128; 3 574; 3 843; 3 690; 3 924; 3 289; 4 191; 3 693; 3 520; 3 206; 3 758; 3 512; 3 915; 3 267

49. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о надое молока у коров голштинофризской породы, кг:

5 260; 4 839; 4 881; 5 102; 4 738; 4 742; 4 087; 4 648; 4 922; 4 484; 3 996; 4 380; 4 514; 4 708; 3 981; 4 226; 4 149; 4 403; 3 987; 4 437; 4 618; 4 533; 4 219; 4 982; 4 486; 5 144; 4 693; 4 271; 3 825; 4 480; 3 808; 5 361; 4 495; 4 073

50. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о надое молока у коров черно-пестрой породы, записанных в государственной книге племенных животных, кг:

5 669; 5 240; 4 249; 5 458; 5 055; 6 464; 6 190; 5 651; 4 710; 5 645; 5 239; 5 817; 4 619; 4 826; 6 364; 4 829; 6 159; 5 933; 5 869; 4 960; 6 041; 5 187; 6 222; 5 401; 5 653; 5 561; 5 746; 5 285; 5 528; 5 847; 5 980; 5 533; 5 263; 5 407; 5 809; 4 993; 4 380; 5 962; 4 747; 5 591.

51. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о надое молока у коров черно-пестрой породы, записанных в государственной книге племенных животных, кг:
4 237; 4 001; 3 883; 3 877; 4 082; 4 031; 4 468; 4 667; 3 765; 3 812; 3 638; 3 814;
3 915; 3 676; 3 899; 3 870; 3 679; 4 125; 4 009; 4 211; 3 795; 3 567; 4 402; 3 781;
4 186; 3 790; 4 050; 4 142; 3 982; 4 193; 4 354; 3 380

52. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о продолжительности лактации у коров черно-пестрой породы, дней:
302; 280; 296; 300; 274; 283; 291; 286; 303; 289; 297; 293; 283; 285; 284; 309;
284; 296; 292; 290; 308; 315; 280; 294; 295; 280; 268; 297; 287; 220; 284; 317;
300; 292; 291; 270; 273; 292; 283; 282; 306; 298; 306; 296; 274; 276; 291; 288;
295; 286

53. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным об удое за лактацию у коров симментальской породы, кг:
3 538; 3 985; 2 965; 3 658; 3 072; 3 171; 4 123; 4 012; 3 239; 3 463; 3 254; 3 843;
3 167; 3 683; 3 812; 3 877; 3 812; 3 978; 3 323; 3 467; 3 574; 3 765; 4 044; 3 818;
3 524; 3 418; 3 593; 3 381; 3 598; 3 786; 3 680; 4 002; 3 286; 4 210; 3 869

54. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о длине туловища у свиней крупной белой породы, кг:
149; 147; 150; 156; 152; 164; 153; 160; 152; 160; 161; 157; 157; 165; 150; 151;
152; 160; 150; 158; 152; 152; 160; 149; 162; 147; 155; 163; 159; 147; 161; 159;
143; 141; 150; 157; 155; 153; 165; 155; 158; 166; 145

55. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о живой массе свиней крупной белой породы, кг:
225; 242; 210; 200; 241; 245; 218; 205; 254; 236; 212; 229; 227; 263; 228; 250;
244; 218; 258; 220; 237; 241; 215; 235; 208; 217; 249; 223; 226; 231; 237; 239; 234

56. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о толщине шпика у свиней северо-кавказской породы, мм:

38; 41; 33; 33; 38; 40; 39; 34; 33; 42; 36; 39; 32; 35; 35; 32; 35; 37; 40; 28; 45; 38; 35; 35; 46; 39; 40; 31; 43; 39; 47; 34; 35; 49; 39; 42; 36; 39; 37; 33

57. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о возрасте свиней при достижении живой массы 100 кг, дней (скороспелость свиней):

207; 186; 195; 192; 186; 185; 186; 205; 192; 182; 188; 183; 178; 204; 208; 183; 202; 198; 199; 181; 182; 188; 180; 198; 191; 207; 198; 190; 182; 188

58. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о площади длиннейшей мышцы спины («мышечный глазок») у свиней, см²:

28,3; 26,7; 29,6; 29,4; 30,5; 34,4; 26,5; 29,3; 29,3; 29,4; 30,2; 36,1; 31,0; 35,4; 36,2; 30,5; 27,7; 33,0; 29,9; 25,1; 31,3; 26,5; 28,4; 30,8; 35,6; 26,5; 26,7; 29,3; 33,1; 24,6; 25,6; 30,4; 29,9

59. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о длине туловища у хряков крупной белой породы, см:

171; 170; 184; 164; 171; 158; 179; 190; 176; 170; 168; 175; 172; 170; 173; 156; 182; 163; 175; 182; 185; 165; 180; 175; 162; 184; 170; 173; 170; 157

60. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о живой массе свиноматок породы ландрас, кг:

265; 274; 239; 276; 251; 240; 224; 271; 264; 234; 248; 252; 256; 262; 239; 237; 248; 261; 257; 259; 242; 229; 246; 261; 253; 237; 242; 249; 253; 248; 261; 250

61. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о настриге шерсти у овец породы прекос, кг:

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

62. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о настриге шерсти у тонкорунных овец, кг:

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

63. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о высшем суточном удое у коров-первотелок, кг:

10,3; 9,6; 15,2; 13,4; 15,9; 11,0; 11,5; 11,8; 15,4; 12,9; 10,3; 11,2; 7,9; 16,1; 10,8; 11,7; 7,4; 9,9; 7,9; 9,0; 13,2; 17,1; 8,4; 14,1; 9,8; 17,5; 10,3; 10,3; 1,6; 18,9

64. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о молочности свиноматок крупной белой породы, кг.:

49; 57; 54; 56; 66; 48; 54; 61; 46; 65; 51; 48; 62; 55; 56; 54; 55; 57; 49; 53; 54; 58; 56; 51; 47; 57; 60; 58; 54; 52; 48; 58; 44; 50; 56

65. Рассчитайте степень взаимосвязи живой массы коров перед убоем и убойной массы (кг) по следующим данным:

465–245; 550–286; 490–248; 575–293; 578–279; 540–264; 560–291; 460–228; 510–263; 494–259

66. Определите характер и степень связи высоты в холке и глубины груди у коров симментальской породы (см) по приведенным данным:

135–62; 128–60; 127–60; 139–69; 133–62; 138–73; 134–65; 137–66; 135–68; 144–70

67. Рассчитайте степень взаимосвязи высоты в холке и глубины груди у 10-месячных свиней (см) по следующим данным:

65–37; 72–42; 70–37; 71–40; 74–40; 73–40; 68–35; 73–38; 65–39; 75–41; 67–37; 71–41; 68–39; 70–38; 72–42

68. Определите характер и степень связи жирномолочности коров-матерей и их дочерей (проценты) по приведенным данным:

4,2–4,3; 4,2–4,4; 4,0–3,9; 3,9–3,8; 4,0–4,1; 3,9–4,0; 4,0–4,0; 4,3–4,4

69. Рассчитайте степень взаимосвязи содержания жира в молоке у коров в первую и третью лактации (проценты) по следующим данным:

4,2–4,1; 4,0–4,0; 4,2–3,9; 4,0–4,2; 3,9–3,8; 3,9–4,0; 4,3–4,2

70. Определите характер и степень связи живой массы коров и удоя за лактацию (кг) по приведенным данным:

547–3 450; 507–2 680; 475–3 820; 544–4 670; 506–5 120; 490–4 570; 575–4 370;
450–3 840; 476–3 500; 495–3 960

71. Рассчитайте степень взаимосвязи удоя за вторую лактацию и удоя за третью лактацию (кг) по следующим данным:

2 520–2 720; 1 990–2 010; 2 550–2 850; 2 460–2 690; 2 350–2 470

72. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по данным о глубине груди у поросят, см:
36; 35; 38; 39; 34; 40; 39; 32; 38; 37; 35; 36; 37; 34; 34; 33; 34; 34; 37; 36; 34; 35;
38; 38; 39; 35; 34; 36; 35; 34

73. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по многоплодию свиноматок, голов:
11; 11; 10; 10; 10; 11; 9; 9; 13; 9; 12; 9; 9; 10; 12; 10; 11; 9; 12; 10; 8; 15; 16; 17;
14; 11; 10; 10; 12; 11; 7; 13; 8; 8; 10; 14; 9; 12; 11; 9

74. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по молочности свиноматок крупной белой породы, кг:

49; 57; 54; 56; 54; 66; 48; 54; 61; 46; 65; 51; 48; 62; 55; 56; 54; 55; 74; 49; 53; 54;
56; 74; 56; 51; 47; 57; 60; 58

75. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по убойной массе коров, кг:
216; 193; 275; 230; 185; 215; 272; 224; 272; 245; 273; 245; 232; 276; 335; 349;
179; 172; 241; 207; 236; 239; 188; 189; 236; 280; 220; 325; 180; 274

76. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по живой массе коров симментальской породы, кг:

440; 485; 445; 536; 427; 524; 440; 504; 426; 390; 447; 488; 550; 388; 418; 430;
439; 495; 407; 465; 391; 365; 383; 427; 448; 418; 489; 560; 368; 504

77. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по обхвату у коров симментальской породы, см:
185; 187; 180; 192; 184; 194; 173; 191; 186; 172; 179; 187; 203; 169; 190; 179;
179; 180; 190; 176; 189; 174; 167; 172; 183; 186; 176; 177; 192; 176

78. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по высшему суточному удою у коров-первотелок черно-пестрой породы, кг:
10; 9; 15; 13; 15; 11; 11; 11; 15; 12; 10; 11; 7; 16; 10; 11; 7; 9; 13; 17; 8; 14; 9; 17;
10; 10; 11; 6

79. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по живой массе коров-первотелок, кг:
490; 376; 400; 420; 459; 390; 430; 405; 470; 345; 386; 356; 378; 400; 430; 312;
330; 410; 416; 425; 410; 400; 392; 484; 350; 413; 338; 340

80. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по живой массе 8-месячных свиней, кг:
100; 120; 103; 82; 100; 127; 94; 93; 98; 105; 95; 84; 94; 115; 95; 88; 95; 90; 103; 121;
97; 85; 113; 117; 115; 123; 103; 116; 104; 94; 82; 110; 86; 102; 114; 105; 81; 85

81. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по удою коров симментальской породы, кг:
3 415; 3 618; 3 131; 3 830; 2 818; 3 533; 3 816; 4 437; 3 281; 4 403; 3 300; 3 053;
3 508; 3 226; 3 112; 3 584; 3 056; 3 343; 3 222; 2 821; 3 900; 2 981; 3 434; 3 514;
3 705; 3 148; 3 714; 3 390; 2 984; 2 980; 3 096; 3 541; 3 019; 3 338; 2 922; 3 484;
3 492; 4 204; 2 519; 3 000

82. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по содержанию жира в молоке у коров симментальской породы, %:
3,81; 4,03; 3,92; 4,20; 3,96; 3,92; 3,93; 3,88; 3,97; 3,93; 3,95; 4,00; 3,94; 3,90; 3,98;
3,96; 3,93; 4,03; 3,97; 3,98; 3,88; 3,98; 3,97; 3,78; 3,91; 3,77; 3,86; 4,00; 3,97; 3,86;
3,90; 4,01; 3,90; 4,15; 4,24; 4,15; 4,22; 4,03; 4,09; 3,98

83. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по высоте в холке у свиней 8-месячного возраста, см:
65; 66; 69; 67; 70; 64; 68; 70; 64; 66; 70; 66; 68; 62; 62; 64; 63; 68; 69; 64; 64; 70;
69; 71; 65; 68; 63; 64; 62; 68

84. Определите характер и степень связи многоплодия и молочности свиноматок крупной белой породы по приведенным данным.

Многоплодие, голов: 11; 11; 10; 10; 11; 9; 9; 13; 9; 12; 9; 10; 12; 10; 11; 9; 12; 10; 8; 15; 16; 17; 14; 11; 10; 10; 12; 11; 11

Молочность (живая масса гнезда в 21-дневном возрасте): 45; 70; 52; 57; 50; 68; 43; 45; 61; 41; 70; 48; 46; 63; 53; 55; 49; 72; 45; 71; 65; 68; 60; 57; 48; 41; 54; 60; 56

85. Рассчитайте степень взаимосвязи скороспелости свиней (возраст в днях при достижении 100 кг живой массы) и затрат корма на один килограмм прироста живой массы по следующим данным:

204–4,27;	176–3,99;	190–4,41;	195–4,04;	207–4,15;
193–3,80;	189–4,23;	180–4,48;	192–3,82;	177–4,48;
188–3,82;	162–4,48;	178–4,31;	165–4,24;	183–3,84;
176–3,60;	182–3,66;	218–4,19;	188–3,76;	186–3,96;
167–4,14;	182–4,31;	173–4,14;	182–4,27;	192–4,22;
171–3,80;	171–3,93;	164–4,09;	192–3,69;	195–4,51

86. Определите характер и степень связи скороспелости свиней и площади длиннейшей мышцы спины. Скороспелость свиней определяется по возрасту свиней в днях при достижении ими живой массы 100 кг. Площадь длиннейшей мышцы спины измеряется в сантиметрах на разрубе по последнему ребру.

207–29,6;	166–29,4;	178–30,5;	178–26,5;	170–29,3;
176–29,4;	195–30,2;	214–27,7;	177–28,3;	178–33,1;
195–30,5;	192–3,61;	168–33,0;	171–30,8;	171–24,6;
192–34,4;	182–31,0;	173–29,9;	182–35,6;	167–25,6;
186–26,5;	188–35,4;	218–25,1;	176–26,5;	183–30,4;
165–29,3;	178–36,2;	172–31,3;	188–26,7;	176–29,9

Задания для самостоятельной работы

87. Рассчитайте степень взаимосвязи многоплодия и крупноплодности маток породы ландрас по следующим данным:

10–1,3;	12–1,1;	10–1,4;	11–1,1;	9–1,3;
11–1,1;	8–1,5;	14–0,9;	10–1,2;	12–1,0;
10–1,1;	13–0,8;	9–1,3;	11–1,2;	10–1,2;
12–0,9;	11–1,2;	9–1,2;	11–1,0;	8–1,4;
9–1,4;	10–1,2;	10–1,3;	12–1,1;	9–1,2;
10–1,3;	10–0,9;	11–1,0;	11–1,3;	11–1,1;
11–1,4;	11–1,0;	10–1,1;	11–1,1;	10–1,1;
13–1,0;	9–1,3;	12–1,0;	9–1,0;	8–1,4

88. Определите характер и степень связи живой массы и средней толщины шпика у свиней северокавказской породы по приведенным данным:

100–38;	93–34;	95–35;	121–38;	103–43;	102–39;
120–41;	98–33;	88–32;	97–35;	116–39;	114–42;
103–33;	105–42;	95–35;	85–35;	104–47;	105–36;
82–33;	95–36;	114–37;	130–46;	94–34;	81–39;
100–38;	84–39;	95–40;	117–39;	82–35;	85–37;
127–40;	94–32;	90–28;	115–40;	130–49;	
94–33;	115–39;	103–35;	123–45;	86–31	

89. Рассчитайте степень взаимосвязи живой массы коров и удоя за лактацию (данные приводятся по черно-пестрой породе крупного рогатого скота) (табл. 29).

Таблица 29 – Данные живой массы коров и удоя за лактацию

Номер	Удой за лактацию, кг	Живая масса, кг	Номер	Удой за лактацию, кг	Живая масса, кг
1	3 450	547	2	2 680	507
3	3 820	475	4	4 570	544
5	5 120	536	6	3 100	490
7	5 370	575	8	1 842	450
9	3 940	569	10	2 500	470
11	3 000	495	12	3 420	441

Продолжение таблицы 29

Номер	Удой за лактацию, кг	Живая масса, кг	Номер	Удой за лактацию, кг	Живая масса, кг
13	4 550	467	14	4 460	640
15	5 840	616	16	4 490	515
17	3 720	585	18	3 000	535
19	3 350	610	20	4 100	495
21	3 680	536	22	4 930	486
23	4 000	590	24	3 200	589
25	3 900	530	26	3 280	512
27	2 550	531	28	2 200	570
29	3 700	572	30	3 650	506

90. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по настригу шерсти у овец, кг:

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

91. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по среднесуточному приросту живой массы у молодняка крупного рогатого скота, г:

650; 860; 580; 820; 600; 700; 690; 590; 710; 590; 740; 760; 740; 780; 690; 680;
850; 750; 450; 720; 560; 720; 640; 560; 830; 550; 620; 690; 750; 860; 740; 830;
640; 676; 610; 640; 810; 650; 720; 830

92. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по расходу кормов (в кормовых единицах) на один килограмм прироста живой массы у свиней:

4,27; 3,99; 4,41; 4,04; 4,15; 3,80; 4,23; 4,48; 3,82; 4,48; 4,31; 4,03; 3,84; 3,60; 3,66;
4,19; 3,76; 3,96; 4,71; 4,14; 4,31; 4,14; 4,27; 4,32; 3,79; 4,60; 4,32; 4,23; 4,19; 3,80;
3,93; 3,92; 3,93; 3,92; 4,28; 3,94; 4,52; 3,69; 3,98; 4,71

93. Рассчитайте \bar{x} , δ , C_v , M_x по толщине шпика у свиней крупной белой породы, мм:

38; 41; 33; 33; 38; 40; 33; 34; 33; 42; 36; 39; 32; 39; 35; 32; 35; 37; 40; 28; 35; 38;
35; 35; 46; 39; 40; 45; 43; 39; 47; 34; 35; 49; 31; 39; 42; 36; 39; 37

94. Определите характер и степень связи живой массы и обхвата груди у коров айрширской породы по приведенным данным:

388–169; 430–179; 495–176; 465–174; 418–179; 178–190; 407–183; 391–167; 365–172; 383–183; 427–186

95. Рассчитайте степень взаимосвязи живой массы перед убоем и убойной массы у крупного рогатого скота по следующим данным:

465–275; 509–274; 592–306; 542–297; 556–293; 538–288; 573–316; 508–270

96. Определите характер и степень связи живой массы крупного рогатого скота в возрасте 12 и 36 месяцев (кг) по приведенным данным:

223–507; 249–512; 239–530; 237–558; 249–498; 206–480; 241–493; 236–502; 228–543; 243–515

97. Рассчитайте степень взаимосвязи живой массы и удоя за лактацию у коров черно-пестрой породы по следующим данным:

547–3 450; 475–3 820; 536–5 120; 575–5 370; 507–3 680; 544–4 570; 490–4 550; 458–3 842; 473–4 230; 495–4 900

98. Определите характер и степень связи живой массы и длины туловища у свиноматок крупной белой породы по приведенным данным:

224–162; 241–153; 245–163; 227–158; 258–152; 215–150; 200–147; 240–154; 228–152; 225–165

99. Рассчитайте степень взаимосвязи удоя за лактацию и жирномолочности коров черно-пестрой породы по следующим данным:

4 287–3,77; 5 306–3,70; 5 160–3,93; 5 161–3,72; 4 122–3,81; 5 000–3,84; 5 640–3,67; 4 928–3,89; 4 789–3,66

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арнаутовский, И. Д. Задачник по основам биометрии, общей и ветеринарной генетике : учебное пособие / И. Д. Арнаутовский, В. А. Гоголов. – Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2012. – 237 с. // ЭБС Дальневосточного ГАУ : [сайт]. – URL: http://irbis.dalgau.ru/DigitalLibrary/UMM_vo/462.pdf (дата обращения: 23.12.2022).
2. Биометрия в MS Excel : учебное пособие / Е. Я. Лебедько, А. М. Хохлов, Д. И. Барановский, О. М. Гетманец. – СПб. : Лань, 2020. – 172 с. // ЭБС Лань : [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/126951> (дата обращения: 23.12.2022).
3. Загороднев, Ю. П. Племенное дело в животноводстве : учебное пособие / Ю. П. Загороднев – СПб. : Лань, 2022. – 228 с. // ЭБС Лань : [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/247301> (дата обращения: 23.12.2022).
4. Лебедько, Е. Я. Выставки, выводки и аукционы племенных сельскохозяйственных животных и птицы : учебное пособие / Е. Я. Лебедько. – СПб. : Лань, 2022. – 140 с. // ЭБС Лань : [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/209783> (дата обращения: 22.12.2022.).
5. Племенное дело в животноводстве : учебное пособие / под ред. Н. А. Кравченко. – М. : Агропромиздат, 1987. – 287 с.
6. Полянцев, Н. И. Технология воспроизводства племенного скота : учебное пособие / Н. И. Полянцев. – СПб. : Лань, 2022. – 288 с. // ЭБС Лань : [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211727> (дата обращения: 23.12.2022).
7. Практикум по племенному делу в скотоводстве : учебное пособие / В. Г. Кахикало, З. А. Иванова, Т. Л. Лещук, Н. Г. Предеина. – СПб. : Лань, 2022. – 288 с. // ЭБС Лань : [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/210269> (дата обращения: 22.12.2022).
8. Разведение животных : учебник / В. Г. Кахикало, Н. Г. Фенченко, О. В. Назарченко, С. А. Гриценко. – СПб. : Лань, 2020. – 336 с. // ЭБС Лань : [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/133905> (дата обращения: 23.12.2022).

Учебное издание

*Гоголов Вячеслав Анатольевич,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*

**СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ
ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ
ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ**

Учебно-методическое пособие

Подписано в печать 20.05.2023 г.
Формат 60x90/16. Уч.-изд. л – 2,01. Усл. печ. л. – 3,80.
Тираж по требованию. Заказ 24.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет»

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
Дальневосточного государственного
аграрного университета
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86