

Параметры изменчивости показателей телосложения и продуктивности голштинских коров в зависимости от уровня удоя

А. Ф. Контэ¹✉, Г. Г. Карликова¹

¹ Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

✉ E-mail: alexandrconte@yandex.ru

Аннотация. Цель исследований – изучить параметры генетической изменчивости признаков телосложения и продуктивности голштинских коров в зависимости от уровня их удоя. **Методы исследований.** Использована база данных СЕЛЭКС. Животные (1610 голов) по удою за 1-ю лактацию были разделены на 3 группы: 1 – удои не более 7500 кг, 2 – от 7501 до 9000 кг, 3 группа – 9001 кг молока и более. Коррелограммы построены на основе скриптов R в R-Studio. **Результаты.** Коровы 3-й группы выше ростом ($p \leq 0,001$), с более глубоким туловищем ($p \leq 0,001$), широким задом и большей глубиной вымени ($p \leq 0,001$). В 3-й группе выше удои и белок ($p \leq 0,01$). Животные 2-й группы выше ростом ($p \leq 0,001$), с высокими задними долями, более длинными сосками ($p \leq 0,001$), глубоким выменем ($p \leq 0,01$). Во 2-й группе корреляция r между высотой в крестце и глубиной вымени составляет 0,58. У животных 3-й группы r высоты в крестце и молочного типа равна 0,77, крепость / глубина туловища – 0,63, высота, ширина зада / высота задних долей – от 0,60 до 0,62. В 1-й группе r между признаками «высота задних долей / положение зада и глубина вымени» (0,72–0,79), «длина передних долей / высота задних долей», «глубина вымени / центральная связка» (0,60). По белковомолочности h^2 у животных 2-й и 3-й групп 0,52–0,74. У животных 3-й группы высокий h^2 по росту, глубине туловища, высоте пятки и задних долей вымени, крепости телосложения и глубине вымени. Во 2-й группе высокий h^2 по глубине туловища, положению зада, углу задних ног сбоку, расположению передних сосков, длине сосков, крепости телосложения. **Научная новизна.** Применение цифровых технологий при оценке животных позволяет точнее установить связь признаков продуктивности молочных животных с телосложением и способствует увеличению надоев, качественного состава молока и долголетия коров.

Ключевые слова: голштинские коровы, тип телосложения, экстерьер, наследуемость, генетическая корреляция, селекция.

Для цитирования: Контэ А. Ф., Карликова Г. Г. Параметры изменчивости показателей телосложения и продуктивности голштинских коров в зависимости от уровня удоя // Аграрный вестник Урала. 2022. № 06 (221). С. 37–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-221-06-37-48.

Дата поступления статьи: 21.04.2022, **дата рецензирования:** 29.04.2022, **дата принятия:** 12.05.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

Согласно программе государства на период с 2013 по 2020 гг. «Развитие отрасли животноводства, переработки и реализации продукции животноводства», существует необходимость в росте производственных объемов молока до 36 млн тонн, а потребность на одного человека – до 258 кг в год. Улучшение технологии содержания и кормления, а также методов разведения сельскохозяйственных животных является одной из основных задач, ориентированной на повышение интенсивности молочной отрасли.

Помимо проектирования специальных программ и осуществления мероприятий, нацеленных

на увеличение роста молочной продуктивности скота, одновременно с организацией конкретной технологии кормления, режима содержания важно проводить оценку и обращать внимание в управлении стадом на их продуктивные и экстерьерные особенности. Хотя связь показателей молочной и мясной продуктивности с телосложением доказана зоотехнической наукой, за исключением редких случаев она широко применяется, несмотря на то, что она оказывает влияние на экономическую результативность целой отрасли. Не слишком полная изученность особенностей воспроизводства, физиологии, продуктивных способностей и технологической приспособленности коров различного генотипа ус-

ложняет осуществление организованной племенной работы [1, с. 8].

Как таковое понятие «экстерьер» было определено после его введения Клодом Буржелем в XVIII в. в теорию животноводства и обозначает как в целом формы типа телосложения, так и непосредственно сам внешний вид животного. В дальнейшем научном развитии представления об экстерьере были рекомендованы разные подходы в осуществлении его оценки [2, с. 23].

Различные источники научной литературы уже около двух столетий содержат данные о взаимосвязанности определенных показателей экстерьерас продуктивными признаками коров, указывая на то, что наиболее молочным будет то животное, чье межреберное пространство намного больше. Возможно, все данные высказывания в целом верны, так как специалистами эти закономерности уже давно подмечены.

Особое внимание уделяют оценке типа экстерьера страны с высоким уровнем животноводства, так как, по их мнению, оценка телосложения является важным звеном общей оценки молочных животных [3, с. 3; 4; 5; 6, с. 18; 7, с. 36; 8, с. 6; 9, с. 100].

Вместе с тем за последнее десятилетие, согласно нормативным актам по племенному животноводству, наиболее широкое применение получает система линейной экстерьерной оценки. Оценивают корову визуально, но во избежание ошибок дополнительно снимают измерения именно при случаях, которые вызывают сомнения [10, с. 18; 11, с. 3; 12, с. 218; 13, с. 312].

Данная оценка позволяет намного лучше подойти к пониманию различий внутри групп животных, а также, возможно, генотипов и быков. Учетные и оцененные признаки представляют экономически важный интерес, так как все они связаны с молочными признаками животных [14, с. 95].

Система линейного описания телосложения коров может иметь применение в возможном качестве вспомогательного элемента в конструировании модельного животного на основе строения вымени и телосложения [15].

Селекционная работа по признакам экстерьера, направленная на увеличение производства молока и долгосрочного использования коров стада, будет благоприятствовать снижению вынужденных причин выбытия животных [16; 17, с. 3; 18, с. 14; 19, с. 38; 20, с. 1552; 21, с. 2337].

Целью исследований было изучение параметров генетической изменчивости признаков телосложения и продуктивности голштинских коров в зависимости от уровня их удоя.

Задачи исследования:

– установить достоверность различий средних величин исследуемых показателей продуктивности и телосложения у животных с разным уровнем молочной продуктивности;

– оценить степень генетической взаимосвязи анализируемых показателей;

– определить наследуемость показателей продуктивности и телосложения у исследуемых животных.

Методология и методы исследования (Methods)

Объектом нашей научно-исследовательской работы послужили коровы-перволетки голштинской породы ПЗ «Аксиньино» Ступинского района Московской области. С использованием баз данных СЕЛЭКС нами были изучены признаки экстерьера и продуктивные показатели голштинских коров численностью 1610 голов. Количество производителей (быков), учтенных в работы, составило 110 голов. В ходе проведенной работы исследуемые животные отранжированы на 3 группы согласно уровню их продуктивности по первой лактации: 1-я группа – коровы с удоем не более 7500 кг молока; 2-я группа – с продуктивностью в пределах 7501–9000 кг молока; 3-я группа – с уровнем удоя 9001 кг молока и выше.

Линейный профиль экстерьера животных методически произведен соответственно рекомендациям НП «Мосплеинформ».

Расчет средней величины показателя проводили согласно формуле

$$\bar{X}_c = \frac{\sum \dot{X}}{n}, \quad (1)$$

где \bar{X}_c – средняя величина признака;
 $\sum \dot{X}$ – сумма значений, по которым рассчитана средняя величина;

n – количество наблюдений.

Среднеквадратическое отклонение признака производили в соответствии с уравнением

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{j=1}^n (\dot{X}_j - \bar{X}_c)^2}, \quad (2)$$

где σ – среднеквадратическое отклонение;

\dot{X}_j – j -е значение наблюдений выборки;

\bar{X}_c – среднее значение показателя;

n – объем выборки.

Ошибку среднего значения признака устанавливали по следующему уравнению:

$$x = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}, \quad (3)$$

где x – ошибка среднего значения признака;

n – количество наблюдений;

σ – среднеквадратическое отклонение.

Сравнение достоверности разности значений средних величин определяли на основе t -критерия Стьюдента по данной формуле:

$$t = \frac{\bar{X}_b - \bar{X}_c}{\sqrt{x_b^2 - x_c^2}}, \quad (4)$$

где \ddot{X}_b – средняя величина признака группы b ;
 \ddot{X}_c – средняя величина признака группы c ;
 x_b – ошибка средней величины группы b ;
 x_c – ошибка средней величины группы c .

Разница принимается достоверной нами только в том случае, когда расчетное значение t_{st} превосходит табличное значение при заданном числе степеней свободы (f). Значимость определяется тремя категориями: $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$; $p \leq 0,001$.

С использованием подпрограммы REMLF90 программы BLUPF90 нами получены экспериментальные величины генетических вариантов- и коварианс-показателей исследуемых признаков коров на основе уравнения модели (5):

$$Y_{nm} = \mu + H_x + YO_x + BT_x + Sire_j + e_{nm}, \quad (5)$$

где Y_{nm} – анализируемый показатель n -й первотелки в m -м хозяйстве;

μ – среднее популяционное значение;

YO_x – возраст первого отела n -й первотелки;

H_x – фиксированный эффект k -го «стадо, сезон и год отела»;

BT_x – оценка типа телосложения n -й первотелки (день лактации);

e_{nm} – эффект неучтенных факторов в модели;

$Sire_j$ – случайный эффект j -го быка [6; 10, с. 71].

Полагая, что эффекты $Sire_j$ обладают нормальным распределением с дисперсией $Var(Sire_j) = G$ (это матрица аддитивных генетических вариантов и коварианс между отдельными животными):

$$G = \sigma_s^2 RM, \quad (6)$$

где RM – матрица родства;

$\sigma_s^2 = \sigma_p^2 * h^2$ – аддитивная генетическая дисперсия;

h^2 – коэффициент наследуемости;

σ_p^2 – фенотипическая дисперсия.

В расчетах использована модель смешанного типа Multiple Traits Model, включающая все анализируемые показатели.

Расчет коэффициента наследуемости осуществили согласно формуле

$$h^2 = (4 * \sigma_s^2) / (\sigma_s^2 + \sigma_p^2), \quad (7)$$

где σ_s^2 – генетическая дисперсия;

σ_p^2 – фенотипическая дисперсия.

В соответствии с формулой (3) была определена ошибка (\ddot{S}_{h^2}) коэффициента наследуемости:

$$\ddot{S}_{h^2} = \sqrt{(32 * h^2) / (k_q * n_{sire})}, \quad (8)$$

где n_{sire} – количество быков;

k_q – среднее количество дочерей на производителя.

Ошибку коэффициента генетической корреляции (\ddot{S}_r) определяли в соответствии с уравнением

$$\ddot{S}_{h^2} = \sqrt{(1 - r_{bc}) / 2(h_b^2 * h_c^2) * \ddot{S}h_b^2 * \ddot{S}h_c^2}, \quad (9)$$

где r_{bc} – коэффициент генетической корреляции признаков b и c ;

h_b^2 – значение наследуемости показателя b ;

h_c^2 – значение наследуемости показателя c ;

$\ddot{S}h_b^2$ – ошибка коэффициента наследуемости показателя b ;

$\ddot{S}h_c^2$ – ошибка коэффициента наследуемости показателя c [8, с. 357].

Коррелограммы построены на основе скриптов R в R-Studio с использованием программного пакета corrplot.

Вычислительные операции проведены на рабочем стационарном компьютере с оперативной памятью 128 Гб при тактовой частоте 3,50 ГГц при двух процессорах Intel Xeon.

Результаты (Results)

В ходе проведенных исследований нами выявлено, что животные с более высоким уровнем удоя, отнесенные к 3-й группе (≥ 9001 кг), имели по первой лактации наибольший надой молока и превосходили животных 1-й (≤ 7500) и 2-й (7501–9000) групп на 4565,6 кг и 2331,9 соответственно ($p \leq 0,001$) (таблица 1).

Коровы 3-й группы с наивысшим удоем по сравнению с 1-й обладали более высоким ростом ($p \leq 0,001$) и глубоким туловищем ($p \leq 0,001$), широким задом и большей глубиной вымени ($p \leq 0,001$). В отличие от животных 2-й группы достоверные отличия отмечены по удою, как ранее отмечено и белку ($p \leq 0,01$). В сравнении же 2-й группы с 1-й установлено, что животные с удоем 7501–9000 обладали большим ростом ($p \leq 0,001$), большей высотой задних долей и длиной сосков ($p \leq 0,001$), глубиной вымени ($p \leq 0,01$). Относительно же показателей конечностей все три градации животных отмечены невысокими значениями.

Что касается коэффициента генетической корреляции, то коровы 1-й группы обладали более низкими связями удоя с содержанием жира и белка ($r = -0,42 \dots -0,21$) (рис. 1).

Вторая же группа отмечена высокими корреляциями по следующим признакам: высота в крестце / глубина вымени ($r = 0,58$), глубина туловища / центральная связка ($r = -0,69$), высота задних долей / крепость ($r = -0,63$) и молочный тип ($r = 0,63$) (рис. 2). Животные 3-й группы по этим же показателям обладали положительными значениями корреляции ($r = 0,29 \dots 0,34$). При этом животные этой группы отмечены высокой положительной корреляцией высоты в крестце и молочного типа ($r = 0,77$), крепости и глубины туловища ($r = 0,63$), высоты задних долей (0,60...0,62), центральной связки и прикрепления передних долей ($-0,68$) (рис. 3).

Таблица 1

Показатели экстерьера и продуктивности голштинских первотелок

Признаки	≤ 7500			7501–9000			≥ 9001		
	M	±m	σ	M	±m	σ	M	±m	σ
Удой, кг	5953,3	30,9	922,3	8187,0 ^{C/C}	21,6	415,4	10518,9 ^{C/C}	76,7	1430,9
Жир, %	4,05	0,011	0,3	3,97 ^{C/}	0,02	0,3	3,98 ^{C/}	0,02	0,3
Белок, %	3,18	0,007	0,2	3,18 ^B	0,01	0,2	3,21 ^{B/B}	0,01	0,2
Молочный тип	6,1	0,04	1,1	6,3	0,05	1,0	6,2	0,05	1,0
Высота	5,0	0,03	1,0	5,2 ^{A/}	0,05	1,0	5,3 ^{A/}	0,06	1,0
Крепость	5,5	0,04	1,2	5,5	0,06	1,1	5,6	0,06	1,1
Глубина туловища	6,2	0,04	1,1	6,3	0,06	1,1	6,5 ^{A/}	0,05	1,0
Ширина зада	5,4	0,04	1,1	5,5	0,05	1,1	5,6 ^{A/}	0,05	1,0
Положение зада	4,7	0,05	1,4	4,7	0,07	1,4	4,8	0,07	1,4
Скакательный сустав сзади	4,4	0,04	1,1	4,4	0,05	1,0	4,3	0,05	1,0
Угол задних ног сбоку	4,6	0,04	1,3	4,8	0,06	1,2	4,8	0,07	1,2
Постановка задних ног сзади	5,2	0,04	1,2	5,2	0,06	1,2	5,3	0,07	1,3
Высота пятки	4,6	0,05	1,4	4,8	0,07	1,4	4,6	0,07	1,4
Длина передних долей	5,4	0,04	1,2	5,6	0,05	1,0	5,7	0,06	1,0
Прикрепление передних долей	5,7	0,04	1,2	5,8	0,06	1,2	5,9 ^{B/}	0,07	1,3
Глубина вымени	6,4	0,04	1,1	6,3	0,06	1,1	6,2 ^{B/A}	0,06	1,0
Длина сосков	4,8	0,04	1,2	5,0	0,06	1,1	5,0	0,06	1,1
Центральная связка	6,1	0,04	1,2	6,0	0,06	1,3	6,2	0,07	1,2
Высота задних долей	6,3	0,03	1,0	6,5	0,05	0,9	6,4 ^{A/B}	0,05	1,0
Расположение передних сосков	4,5	0,04	1,1	4,5	0,05	1,1	4,6	0,05	1,0

Примечание. ^Ap ≤ 0,05; ^Bp ≤ 0,01; ^Cp ≤ 0,001 (здесь и далее).

^{A/} – достоверное различие между показателями I и II, I и III групп.

^{–/A} – достоверное различие между показателями II и III групп.

Table 1

Indicators of the exterior and productivity of Holstein heifers

Traits	≤ 7500			7501–9000			≥ 9001		
	M	±m	σ	M	±m	σ	M	±m	σ
Milk yield, kg	5953.3	30.9	922.3	8187.0 ^{C/C}	21.6	415.4	10518.9 ^{C/C}	76.7	1430.9
Milk fat, %	4.05	0.011	0.3	3.97 ^{C/}	0.02	0.3	3.98 ^{C/}	0.02	0.3
Milk protein, %	3.18	0.007	0.2	3.18 ^B	0.01	0.2	3.21 ^{B/B}	0.01	0.2
Angularity	6.1	0.04	1.1	6.3	0.05	1.0	6.2	0.05	1.0
Stature	5.0	0.03	1.0	5.2 ^{A/}	0.05	1.0	5.3 ^{A/}	0.06	1.0
Chestwidth	5.5	0.04	1.2	5.5	0.06	1.1	5.6	0.06	1.1
Bodydepth	6.2	0.04	1.1	6.3	0.06	1.1	6.5 ^{A/}	0.05	1.0
Rumpwidth	5.4	0.04	1.1	5.5	0.05	1.1	5.6 ^{A/}	0.05	1.0
Rumpangle	4.7	0.05	1.4	4.7	0.07	1.4	4.8	0.07	1.4
Hockdevelopment	4.4	0.04	1.1	4.4	0.05	1.0	4.3	0.05	1.0
Rearlegsset	4.6	0.04	1.3	4.8	0.06	1.2	4.8	0.07	1.2
Rearlegsrearview	5.2	0.04	1.2	5.2	0.06	1.2	5.3	0.07	1.3
Footangle	4.6	0.05	1.4	4.8	0.07	1.4	4.6	0.07	1.4
Lengthudderattachment	5.4	0.04	1.2	5.6	0.05	1.0	5.7	0.06	1.0
Foreudderattachment	5.7	0.04	1.2	5.8	0.06	1.2	5.9 ^{B/}	0.07	1.3
Udderdepth	6.4	0.04	1.1	6.3	0.06	1.1	6.2 ^{B/A}	0.06	1.0
Teatlength	4.8	0.04	1.2	5.0	0.06	1.1	5.0	0.06	1.1
Centralligament	6.1	0.04	1.2	6.0	0.06	1.3	6.2	0.07	1.2
Rearudderheight	6.3	0.03	1.0	6.5	0.05	0.9	6.4 ^{A/B}	0.05	1.0
Frontteatplacement	4.5	0.04	1.1	4.5	0.05	1.1	4.6	0.05	1.0

Note. ^Ap ≤ 0.05; ^Bp ≤ 0.01; ^Cp ≤ 0.001 (hereinafter).

^{A/} – significant difference between the indicators of I and II, I and III groups.

^{–/A} – significant difference between indicators of II and III groups.

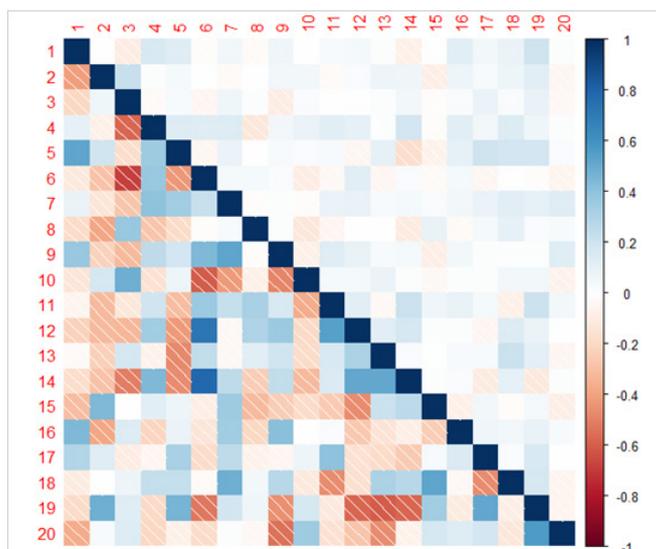


Рис. 1. Correlogramma признаков животных с удоем не более 7500 кг

1 – удой, кг; 2 – жир, %; 3 – белок, %; 4 – высота; 5 – глубина туловища; 6 – положение зада; 7 – ширина зада; 8 – угол задних ног (сбок); 9 – высота пятки; 10 – постановка задних ног (сзади); 11 – прикрепление передних долей; 12 – высота задних долей; 13 – центральная связка; 14 – глубина вымени; 15 – расположение передних сосков; 16 – длина сосков; 17 – крепость; 18 – молочный тип; 19 – длина передних долей; 20 – скакательный сустав (сзади) (здесь и далее). Выше диагонали – фенотипические корреляции, ниже – генетические корреляции

Fig. 1. Correlogram of signs of animals with milk yield no more than 7500 kg

1 – Milk yield, kg; 2 – Milk fat, %; 3 – Milk protein, %; 4 – Stature; 5 – Body depth; 6 – Rump angle; 7 – Rump width; 8 – Rear legs set; 9 – Foot angle; 10 – Rear legs rear view; 11 – Fore udder attachment; 12 – Rear udder height; 13 – Central ligament; 14 – Udder depth; 15 – Front teat placement; 16 – Teat length; 17 – Chest width; 18 – Angularity; 19 – Length udder attachment; 20 – Hock development (hereinafter). Above the diagonal are phenotypic correlations, below are genetic correlations

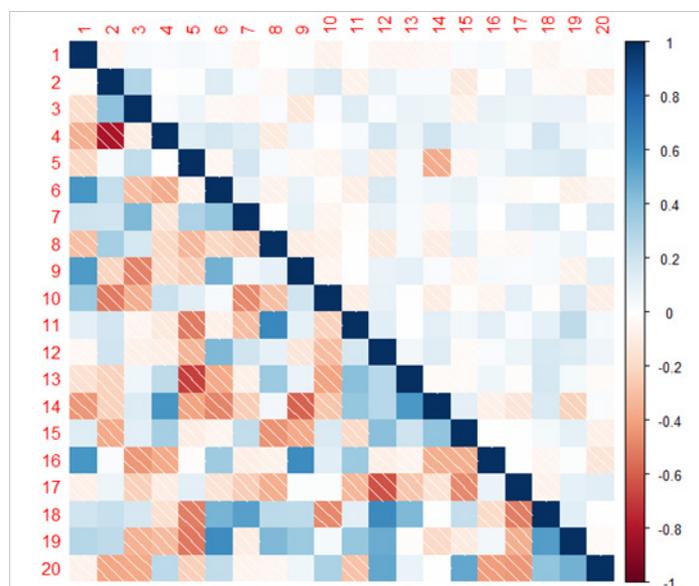


Рис. 2. Correlogramma признаков животных с удоем 7501–9000 кг

Fig. 2. Correlogram of signs of animals with a milk yield of 7501–9000 kg

В 1-й же группе установлены достаточно сильные связи между следующими признаками: положение зада / высота задних долей и глубина вымени ($r = 0,72 \dots 0,79$); постановка задних ног ($r = -0,60$); длина передних долей / высота задних долей ($r = -0,57$), центральная связка и глубина вымени ($r = 0,60$).

Поскольку на величину коэффициента наследуемости оказывает влияние множество факторов,

важна не абсолютная, а относительная его оценка. В практической селекции высокие ($h^2 = 0,40$) и отчасти средние ($h^2 = 0,20 \dots 0,4$) коэффициенты наследуемости указывают на возможность применения в стаде в качестве основного метода селекции отбора по собственной продуктивности, а низкие ($h^2 = 0,2$) – на необходимость усиления внимания к отбору по качеству потомства.

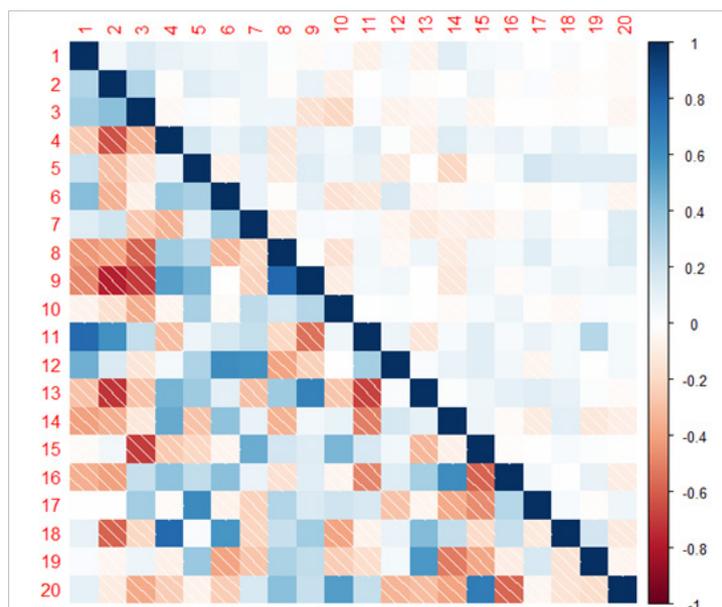


Рис. 3. Correlogram признаков животных с удоем 9001 кг и более
 Fig. 3. Correlogram of signs of animals with milk yield 9001 kg and more

Если же обратить внимание на коэффициент наследуемости по продуктивным признакам, то по удою и жирномолочности все три группы отличаются невысокими значениями ($h^2 = 0,13...0,20$). Что касается белкомолочности, то наивысшими показателями отмечены 2-я и 3-я группы ($h^2 = 0,52...0,74$). Животные 3-й группы отмечены высоким коэффициентом наследуемости по следующим показателям: рост, глубина туловища, высота пятки и задних долей вымени, крепость телосложения и глубина вымени. Вторая же группа имела достаточно высокие значения наследуемости по следующим признакам: положение зада, глубина туловища, угол задних ног сбоку, расположение передних сосков, длина сосков, крепость телосложения и скакательный сустав сзади. Неравномерное распределение минимальных и максимальных значений наследуемости может быть связано с различными подходами при подборе животных на разных этапах селекции.

В то же время, согласно второй системе экстерьерной оценки, коровы как широкотелого, так и узкотелого типа также характеризовались несущественной наследуемостью анализируемых показателей: значение наследуемости колеблется от 0,02 до 0,18.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Познание генетической изменчивости признаков телосложения молочного скота с высокими продуктивными качествами указывает на необходимость более детального подхода к выбору производителей в целях практики разведения при создании стад высокопродуктивных коров согласованно как типу, так и возможной способности к наследованию особенностей экстерьера своими потомками.

Знание параметров генетической изменчивости дает возможность контролировать ситуацию с животными с выровненными значениями отдельных статей экстерьера, что делает возможным, в частности, прогнозирование успешности селекции. В то же время следует отметить, что все принятые во внимание показатели имеют важный экономический вес, что является следствием сопряженности с продуктивными показателями [15].

Отсюда следует, что оценка экстерьерного линейного профиля при правильном применении и изучении анализируемых данных должна позволить вести отбор и ранжирование по телосложению высокопродуктивного скота и, как следствие, увеличивать продуктивность непосредственно по стаду и популяции, а также должна быть ориентирована в дальнейшем в целом на улучшение качественно полезных признаков [13, с. 312; 16; 17, с. 3; 18, с. 14].

Числовое значение коэффициента наследуемости в разной степени зависит от способов расчета, от технологии содержания и кормления, от внешних факторов и повторяемости исследуемого признака. Использование одной какой-то методологии получения показателя наследуемости в разных условиях может давать кардинально различные результаты. Таким образом, использовать расчетные данные можно конкретно в тех же паратипических условиях и для тех же популяций, на которых они были получены. Если полученное значение наследуемости достаточно высокое ($h^2 = 1$), то фенотип производителя сходится с его генотипом, как следствие, масштабный отбор по фенотипу может дать очень хороший эффект. При значении же низкой наследуемости, близкой нулю, отбор в массе своей не даст ожидаемого результата [19, с. 38; 20, с. 1552].

Таблица 2
Наследуемость оценок экстерьера

Показатели	≤ 7500	7501–9000	≥ 9001
Удой, кг	0,13	0,17	0,17
Жир, %	0,14	0,20	0,13
Белок, %	0,32	0,52	0,74
Молочный тип	0,19	0,33	0,25
Высота	0,16	0,29	0,68
Крепость	0,20	0,49	0,54
Глубина туловища	0,16	0,43	0,37
Ширина зада	0,28	0,21	0,11
Положение зада	0,17	0,45	0,17
Скакательный сустав сзади	0,21	0,49	0,13
Угол задних ног сбоку	0,13	0,37	0,26
Пост. задних ног сзади	0,12	0,18	0,12
Высота пятки	0,06	0,17	0,41
Длина передних долей	0,16	0,26	0,17
Прикрепление передних долей	0,26	0,22	0,29
Глубина вымени	0,16	0,41	0,54
Длина сосков	0,15	0,59	0,44
Центральная связка	0,11	0,16	0,13
Высота задних долей	0,39	0,29	0,44
Расположение передних сосков	0,26	0,39	0,33

Table 2
Heritability of exterior scores

Traits	≤ 7500	7501–9000	≥ 9001
Milk yield, kg	0.13	0.17	0.17
Milk fat, %	0.14	0.20	0.13
Milk protein, %	0.32	0.52	0.74
Angularity	0.19	0.33	0.25
Stature	0.16	0.29	0.68
Chest width	0.20	0.49	0.54
Body depth	0.16	0.43	0.37
Rump width	0.28	0.21	0.11
Rump angle	0.17	0.45	0.17
Hock development	0.21	0.49	0.13
Rear legs set	0.13	0.37	0.26
Rear legs rear view	0.12	0.18	0.12
Foot angle	0.06	0.17	0.41
Length udder attachment	0.16	0.26	0.17
Fore udder attachment	0.26	0.22	0.29
Udder depth	0.16	0.41	0.54
Teat length	0.15	0.59	0.44
Central ligament	0.11	0.16	0.13
Rear udder height	0.39	0.29	0.44
Front teat placement	0.26	0.39	0.33

Оценивая же практическое значение предлагаемых селекционных показателей, необходимо принять во внимание, что старые породы, отсеleccionированные по основным хозяйственным показателям, могут обладать пониженным генетическим разнообразием. Это может быть следствием не очень эффективного массового отбора согласно фенотипу [21, с. 2337; 22, с. 358]. Применительно к этому случаю необходимо использовать другие методологические подходы к селекционной работе, а именно: индивидуальный отбор и подбор, линей-

ное разведение, оценку по качеству потомства отцов и т. д.

По этой причине исследование селекционно-генетической изменчивости экстерьерных показателей высокопродуктивных молочных животных будет давать возможность более качественной работы селекционера. Значение селекционных параметров способствует оцениванию ситуации с выровненностью отдельных статей животных, промеров и непосредственно телосложения животных, в некотором смысле прогнозированию селекции. Приме-

Таблица 3

Оценка племенной ценности (EBV) продуктивным показателям и экстерьеру

Показатели	≤ 7500	7501–9000	≥ 9001
Удой, кг	-3542,51	80,98	3992,73
Жир, %	0,0167	-0,006	-0,0133
Белок, %	-0,0318	-0,0005	0,037
Молочный тип	-0,1542	0,0196	0,1581
Высота	0,0593	0,0599	0,0604
Крепость	-0,0113	-0,0073	0,0201
Глубина туловища	-0,1506	-0,0041	0,1771
Ширина зада	-0,1162	0,0091	0,1247
Положение зада	-0,0815	0,0267	0,0676
Скакательный сустав сзади	0,0385	0,0017	-0,0459
Угол задних ног сбоку	-0,0239	0,0159	0,012
Постановка задних ног сзади	-0,0416	-0,0072	0,0548
Высота пятки	0,0088	0,0247	-0,0342
Длина передних долей	-0,0879	-0,013	0,1137
Прикрепление передних долей	0,0006	-0,004	0,0032
Глубина вымени	0,2931	0,0005	-0,3374
Длина сосков	0,0884	0,0194	-0,1205
Центральная связка	-0,2201	0,0157	0,2377
Высота задних долей	-0,0807	0,032	0,0615
Расположение передних сосков	-0,0298	-0,0275	0,0611

Table 3

Evaluation of breeding value (EBV) for productive traits and exterior

Traits	≤ 7500	7501–9000	≥ 9001
Milk yield, kg	-3542.51	80.98	3992.73
Milk fat, %	0.0167	-0.006	-0.0133
Milk protein, %	-0.0318	-0.0005	0.037
Angularity	-0.1542	0.0196	0.1581
Stature	0.0593	0.0599	0.0604
Chest width	-0.0113	-0.0073	0.0201
Body depth	-0.1506	-0.0041	0.1771
Rump width	-0.1162	0.0091	0.1247
Rump angle	-0.0815	0.0267	0.0676
Hock development	0.0385	0.0017	-0.0459
Rear legs set	-0.0239	0.0159	0.012
Rear legs rear view	-0.0416	-0.0072	0.0548
Foot angle	0.0088	0.0247	-0.0342
Length udder attachment	-0.0879	-0.013	0.1137
Fore udder attachment	0.0006	-0.004	0.0032
Udder depth	0.2931	0.0005	-0.3374
Teat length	0.0884	0.0194	-0.1205
Central ligament	-0.2201	0.0157	0.2377
Rear udder height	-0.0807	0.032	0.0615
Front teat placement	-0.0298	-0.0275	0.0611

нение цифровых технологий и передовых методов при оценке индивидуальных особенностей животных позволяет в технологических условиях с наибольшей степенью точности охарактеризовать экстерьер и установить связь признаков продуктивности молочных животных с телосложением. В таком случае правильный подход к применению результатов оценки будет следствием повышения надоев и увеличения долголетия продуктивных коров, а также непосредственно качественного состава молока [16].

Помимо этого, наследуемость формирует не всю долю генетической изменчивости, а непосредственно ту ее часть, которая характеризуется аддитивным действием факторов наследственности [23, с. 45; 24, с. 72; 25, с. 252]. h^2 не выражает такого наследования, как сверхдоминирование, которое служит основой гетерозиса, а также особенных генетических признаков животных и разных генеалогических групп, действия генеалогического сочетания при подборе быков и разной «силы» наследственной препоценции различных особей.

В некоторых случаях показатели h^2 выпадают за допустимые рамки (менее 0 или более 1). По этой причине в практике использования значения коэффициента наследуемости для селекции его стоит вычислять непосредственно для каждой конкретной популяции, и тогда не имеет смысла сравнивать его величину со значениями, полученными в разных условиях и на разных стадах.

Благодарности (Acknowledgements)

Выражаем благодарность в предоставлении данных специалистам ПЗ «Аксиньино» Ступинского района Московской области и РИСЦ «Мосплеинформ». Исследования осуществлены в рамках Госзадания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации ГЗ 0445-2021-0016.

Библиографический список

1. Батаргалиев А. С. Реализация генетического потенциала продуктивности голштинизированного чернопестрого скота Поволжья: дис. канд. с.-х. наук. Краснодар, 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://kubsau.ru/upload/iblock/a9b/a9b25b62e2509b97cb1aafe7e93b2871.pdf> (дата обращения: 28.03.2022).
2. Мартынова Е., Девятова Ю. Линейная оценка экстерьеров коров и ее связь с продуктивностью // Молочное и мясное скотоводство. 2004. № 8. С. 23–25.
3. Батанов С. Д., Баранова И. А., Старостина О. С. Разработка модели комплексной оценки экстерьера и продуктивности молочного скота с использованием цифровых технологий // Зоотехния. 2019. № 7. С. 2–8.
4. Batanov S. D., Baranova I. A., Starostina O. S. Non-contact methods of cattle conformation assessment using mobile measuring systems [e-resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Institute of Physics and IOP Publishing Limited. 2019. Vol. 315 (3). P. 1–6. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/315/3/032006/pdf> (date of reference: 29.03.2022).
5. Целищева О. Н. Правила оценки коров по экстерьеру [Электронный ресурс]. URL: <https://kleverkirov.ru/library/speech/ontsielishchieva-pravila-otsienki-korov-po-ekstiereru-gh-tochka-kirov-vghskha-28-tochka-09-tochka-2016#:~:text=%D0%9F%D0%BE%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%BC%3A%20%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D1%83%20%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%20%D0%BF%D0%BE,%D0%B8%20%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%BA%20%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%83%20%D0%B4%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8E> (дата обращения: 06.07.2021).
6. Суллер И. Л., Селекция крупного рогатого скота молочных пород. Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2017. 136 с.
7. Konstandoglo A., Foksha V., Stratan G., Stratan D. Evaluation of the exterior of Holstein and Simmental primiparous cows // Scientific Papers. Series D. Animal Science. 2017. Vol. 60. Pp. 35–39.
8. Басонов О. А., Клипова А. В., Шкилев Н. П. Экстерьерно-конституциональные особенности коров чернопестрой породы разных генотипов // Зоотехния. 2018. № 11. С. 5–8.
9. Любимов А. И., Мартынова Е. Н., Исупова Ю. В. [и др.] Экстерьерные особенности и молочная продуктивность коров чернопестрой породы разных генераций // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2018. Т. 233. № 1. С. 98–102.
10. Логинов Ж. Г., Прохоренко П. Н., Попова Н. В. Методические рекомендации по линейной оценке экстерьерного типа в молочном скотоводстве. Москва, 1994. 40 с.
11. Прожерин В. П., Завертяев Б. П., Ялуга В. Л., Мохнаткина Ю. М. Линейная оценка экстерьера коров холмогорской породы // Зоотехния. 2008. № 12. С. 3–4.
12. Свяженина М. А., Экстерьер скота голштинской породы // Известия ОГАУ. 2019. № 5 (79). С. 217–219.
13. Ефремов А. П., Иванов В. Н., Тарасова Т. Е., Архцкая Я. С. Взаимосвязь показателей экстерьера и продуктивности коров в ФГУП «Омское» [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2016. № 2 (106). С. 311–315. URL: <https://moluch.ru/archive/106/25230> (дата обращения: 28.03.2022).
14. Лапина М. Ю., Абрамова М. В. Динамика показателей экстерьера и молочной продуктивности в микропопуляции голштинского скота // Пермский аграрный вестник. 2020. № 3 (31). С. 94–102.
15. Вельматов А. П., Тишкина Т. Н., Хамза А.-И. А. А. Влияние генотипа голштинских быков на селекционно-генетические параметры признаков телосложения молочных коров [Электронный ресурс] // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 04 (40). С. 115–118. URL: [https://vestnik.ulsau.ru/upload/iblock/268/vestnik-2017-4\(40\).pdf](https://vestnik.ulsau.ru/upload/iblock/268/vestnik-2017-4(40).pdf) (дата обращения: 28.03.2022).
16. Батанов С. Д., Амерханов Х. А., Баранова И. А., Старостина О. С., Кертиев Р. М. Молочная продуктивность коров разных экстерьерно-конституциональных типов [Электронный ресурс] // Известия ТСХА. 2021. Вып. 2. URL: <http://elib.timacad.ru/dl/full/09-2021-2.pdf/download/09-2021-2.pdf> (дата обращения: 28.03.2022).
17. Аbugалиев С. К. Продуктивные и экстерьерные показатели коров голштинской породы, разводимой в ТОО «СП Первомайский» // Зоотехния. 2017. № 10. С. 2–5.

18. Косяченко Н. М., Коновалов А. В., Абрамова М. В., Ильина А. В. Популяционно-генетические характеристики ярославской породы крупного рогатого скота в оценке и моделировании селекционных процессов // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 8. С. 13–16.
19. Тамарова Р. В., Продолжительность хозяйственного использования и пожизненная продуктивность голштинских коров селекции Канады в ОАО племзавод «Михайловское» Ярославской области // Вестник АПК Верхневолжья. 2018. № 3. С. 36–41.
20. Ayalew W., Aliy M., Negussie E. Estimation of genetic parameters of the productive and reproductive traits in Ethiopian Holstein using multi-trait models // Asian Australasian Journal of Animal Sciences. 2017. No. 30 (11). Pp. 1550–1556. DOI: 10.5713/ajas.17.0198.
21. Bradford H., Masuda Y., VanRaden P. M., Legarra A., Misztal I. Modeling missing pedigree in single-step genomic BLUP // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102. Iss. 3. Pp. 2336–2346. DOI: 10.3168/jds.2018-15434.
22. Aguilar I., Fernandez E. N., Blasco A., Ravagnolo O., Legarra A. A. Effects of ignoring inbreeding in model-based accuracy for BLUP and SSGBLUP/I. Aguilar // Journal of animal breeding and genetics. 2020. Vol. 137. Pp. 356–364. DOI: 10.1111/jbg.12470.
23. Семенова Н. В. Оценка наследуемости и генетических корреляций продуктивных и технологических признаков молочного скота и их применение в практической селекции // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 4. С. 44–46.
24. Контэ А. Ф., Ермилов А. Н., Сермягин А. А. Оценка динамики генетической изменчивости для показателей типа телосложения коров-первотелок голштинизированной черно-пестрой породы Подмосковья // Вестник КрасГАУ. 2020. № 8. С. 69–78.
25. Контэ А. Ф., Янчуков И. Н., Бычкунова Н. Г., Сермягин А. А. Взаимосвязи признаков и недостатков экстерьера коров черно-пестрой породы Московской области // Научное обеспечение развития животноводства в Российской Федерации: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ВИЖ им. академика Л. К. Эрнста. Дубровицы, 2019. С. 249–253.

Об авторах:

Александр Федорович Контэ¹, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0003-4877-0883, AuthorID 849809; alexandrconte@yandex.ru

Галина Геннадьевна Карликова¹, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0002-9021-1404, AuthorID 667690; karlikovagalina@yandex.ru

¹ Федеральное исследовательское учреждение животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

Parameters of variability of indicators of physique and productivity of Holstein cows depending on the level of milk yield

A. F. Konte¹✉, G. G. Karlikova¹

¹ L. K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Russia

✉ E-mail: alexandrconte@yandex.ru

Abstract. The purpose of research is to explore the genetic variability parameters of features the physique and productivity of Holstein cows, depending on the level of their milk yield. **Research methods.** The SELEX database was used. Animals (1610 heads) were divided into 3 groups according to milk yield per 1 lactation: 1 – milk yield no more 7500 kg, 2 – 7501–9000 kg, group 3 – 9001 kg of milk and more. Correlograms are based on R scripts in R-Studio. **Results.** Cows of the 3rd group are taller ($p \leq 0,001$), with a deeper body ($p \leq 0,001$), a wide rear and a greater udder depth ($p \leq 0,001$). In group 3, milk yield and protein are higher ($p \leq 0,01$). Animals of group 2 are taller ($p \leq 0,001$), with high hind lobes, longer teats ($p \leq 0,001$), and deep udders ($p \leq 0,01$). In group 2, r according to the ratio: height in the sacrum / depth of the udder (0,58). Animals of the 3rd group – height in the sacrum / milky type (0,77), strength / depth of the body (0,63), height, width of the buttocks / height of the posterior lobes (0,62...0,60). In group 1, r between signs: height of the rear lobes / position of the hindquarters and depth of the udder (0,72...0,79), length of the front lobes / height of the hind lobes, udder depth / central ligament (0,60). According to the milk protein h^2 in animals of groups 2 and 3 0,52...0,74. Animals of the 3rd group have a

high h^2 in terms of height, body depth, heel and udder height, body strength and udder depth. In group 2, high h^2 in terms of the depth of the body, the position of the rear, the angle of the hind legs from the side, the location of the front nipples, the length of the nipples, and the strength of the physique. **Scientific novelty.** The use of digital technologies in the evaluation of animals makes it possible to more accurately establish the relationship between the characteristics of the productivity of dairy animals and the physique and contributes to an increase in milk yield, the qualitative composition of milk and the longevity of cows.

Keywords: Holstein cows, body type, conformation, heritability, genetic correlation, selection.

For citation: Konte A. F., Karlikova G. G. Parametry izmenchivosti pokazateley teloslozheniya i produktivnosti golshtinskikh korov v zavisimosti ot urovnya udoya [Parameters of variability of indicators of physique and productivity of Holstein cows depending on the level of milk yield] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 06 (221). Pp. 37–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-221-06-37-48. (In Russian.)

Date of paper submission: 21.04.2022, **date of review:** 29.04.2022, **date of acceptance:** 12.05.2022.

References

1. Batargaliev A. S., Realizatsiya geneticheskogo potentsiala produktivnosti golshtinizirovannogo cherno-pestrogo skota Povolzh'ya: dis. ... kand. s.-kh. nauk [Realization of the genetic potential of the productivity of Holsteinized black-and-white cattle of the Volga region: dissertation ... candidate of agricultural sciences] [e-resource]. Krasnodar, 2017. URL: <https://kubsau.ru/upload/iblock/a9b/a9b25b62e2509b97cb1aafe7e93b2871.pdf> (date of reference: 28.03.2022). (In Russian.)
2. Martynova E., Devyatova Yu. Lineynaya otsenka ekster'era korov i ee svyaz' s produktivnost'yu [Linear assessment of the exterior of cows and its connection with productivity] // Dairy and beef cattle farming. 2004. No. 8. Pp. 23–25. (In Russian.)
3. Batanov S. D., Baranova I. A., Starostina O. S. Razrabotka modeli kompleksnoy otsenki ekster'era i produktivnosti molochnogo skota s ispol'zovaniem tsifrovyykh tekhnologiy [Development of a model for a comprehensive assessment of the exterior and productivity of dairy cattle using digital technologies] // Zootechnics. 2019. No. 7. Pp. 2–8. (In Russian.)
4. Batanov S. D., Baranova I. A., Starostina O. S. Non-contact methods of cattle conformation assessment using mobile measuring systems [e-resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Institute of Physics and IOP Publishing Limited. 2019. Vol. 315 (3). Pp. 1–6. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/315/3/032006/pdf> (date of reference: 29.03.2022).
5. Tselishcheva O. N., Pravila otsenki korov po ekster'eru [Rules for evaluating cows by exterior] [e-resource]. URL: <https://kleverkirov.ru/library/speech/ontselishchieva-pravila-otsienki-korov-po-ekstiereru-gh-tochka-kirov-vghskha-28-tochka-09-tochka-2016#:~:text=%D0%9F%D0%BE%20%D0%BF%D1%80%D0%B0-%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%BC%3A%20%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D1%83%20%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%20%D0%BF%D0%BE,%D0%B8%20%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%BA%20%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%83%20%D0%B4%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8E> (date of reference: 06.07.2021). (In Russian.)
6. Suller I. L., Seleksiya krupnogo rogatogo skota molochnykh porod [Selection of cattle of dairy breeds]. Saint Petersburg: Prospekt Nauki, 2017. 136 p. (In Russian.)
7. Konstandoglo A., Foksha V., Stratan G., Stratan D. Evaluation of the exterior of Holstein and Simmental primiparous cows // Scientific Papers. Series D. Animal Science. 2017. Vol. 60. Pp. 35–39.
8. Basonov O. A., Klipova A. V., Shkilev N. P. Ekster'erno-konstitutsional'nye osobennosti korov cherno-pestroy porody raznykh genotipov [Exterior-constitutional features of black-motley cows of different genotypes] // Zootechnics. 2018. No. 11. Pp. 5–8. (In Russian.)
9. Lyubimov A. I., Martynova E. N., Isupova Yu. V. et al. Ekster'ernye osobennosti i molochnaya produktivnost' korov cherno-pestroy porody raznykh generatsiy [Exterior features and milk productivity of black-motley cows of different generations] // Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine. 2018. Vol. 233. No. 1. Pp. 98–102. (In Russian.)
10. Loginov Zh. G., Prokhorenko P. N., Popova N. V. Metodicheskie rekomendatsii po lineynoy otsenke ekster'ernogo tipa v molochnom skotovodstve [Guidelines for the linear assessment of the conformation type in dairy cattle breeding]. Moscow, 1994. 40 p. (In Russian.)
11. Prozherin V. P., Zaverlyaev B. P., Yaluga V. L., Mokhnatkina Yu. M. Lineynaya otsenka ekster'era korov kholmogorskoj porody [Linear assessment of the exterior of cows of the Kholmogory breed] // Zootechnics. 2008. No. 12. Pp. 3–4. (In Russian.)

12. Svyazhenina M. A., Ekster'er skota golshhtinskoy porody [Exterior of Holstein cattle] // IZVESTIA Orenburg State Agrarian University. 2019. No. 5 (79). Pp. 217–219. (In Russian.)
13. Efremov A. P., Ivanov V. N., Tarasova T. E., Arkhtskaya Ya. S. Vzaimosvyaz' pokazateley ekster'era i produktivnosti korov v FGUP "Omskoe" [The relationship between the indicators of the exterior and the productivity of cows in the Federal State Unitary Enterprise "Omskoye"] [e-resource] // Molodoy uchenyy. 2016. No. 2 (106). Pp. 311–315. URL: <https://moluch.ru/archive/106/25230> (date of reference: 28.03.2022). (In Russian.)
14. Lapina M. Yu., Abramova M. V. Dinamika pokazateley ekster'era i molochnoy produktivnosti v mikropopulyatsii golshhtinskogo skota [Dynamics of indicators of exterior and milk productivity in the micropopulation of Holstein cattle] // Perm Agrarian Journal. 2020. No. 3 (31). Pp. 94–102. (In Russian.)
15. Velmatov A. P., Tishkina T. N., Khamza A.-I. A. A. Vliyanie genotipa golshhtinskikh bykov na selektsionno-geneticheskie parametry priznakov teloslozheniya molochnykh korov [Influence of the genotype of Holstein bulls on the selection and genetic parameters of the traits of the physique of dairy cows] [e-resource] // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2017. No. 04 (40). Pp. 115–118. URL: [https://vestnik.ulsau.ru/upload/iblock/268/vestnik-2017-4\(40\).pdf](https://vestnik.ulsau.ru/upload/iblock/268/vestnik-2017-4(40).pdf) (date of reference: 28.03.2022). (In Russian.)
16. Batanov S. D., Amerkhanov Kh. A., Baranova I. A., Starostina O. S., Kertiev R. M. Molochnaya produktivnost' korov raznykh ekster'erno-konstitutsional'nykh tipov [Milk productivity of cows of different exterior-constitutional types] [e-resource] // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2021. Iss. 2. URL: <http://elib.timacad.ru/dl/full/09-2021-2.pdf/download/09-2021-2.pdf> (date of reference: 28.03.2022). (In Russian.)
17. Abugaliyev S. K. Produktivnye i ekster'ernye pokazateli korov golshhtinskoy porody, razvodimoy v TOO "SP Pervomayskiy" [Productive and exterior indicators of cows of the Holstein breed bred in LLP "SP Pervomaiskiy"] // Zootechnics. 2017. No. 10. Pp. 2–5. (In Russian.)
18. Kosyachenko N. M., Konovalov A. V., Abramova M. V., Ilyina A. V. Populyatsionno-geneticheskie kharakteristiki yaroslavskoy porody krupnogo rogatogorskota v otsenke i modelirovanii selektsionnykh protsessov [Population-genetic characteristics of the Yaroslavl breed of cattle in the assessment and modeling of breeding processes] // Dairy and beef cattle farming. 2018. No. 8. Pp. 13–16. (In Russian.)
19. Tamarova R. V., Prodolzhitel'nost' khozyaystvennogo ispol'zovaniya i pozhiznennaya produktivnost' golshhtinskikh korov selektsii Kanady v OAO plemzavod "Mikhaylovskoe" Yaroslavskoy oblasti [Duration of economic use and lifelong productivity of Holstein cows of Canadian breeding in JSC stud farm "Mikhailovskoye" of the Yaroslavl region] // Bulletin of the APK of the Upper Volga region. 2018. No. 3. Pp. 36–41. (In Russian.)
20. Ayalew W., Aliy M., Negussie E. Estimation of genetic parameters of the productive and reproductive traits in Ethiopian Holstein using multi-trait models // Asian Australasian Journal of Animal Sciences. 2017. No. 30 (11). Pp. 1550–1556. DOI: 10.5713/ajas.17.0198.
21. Bradford H., Masuda Y., VanRaden P. M., Legarra A., Misztal I. Modeling missing pedigree in single-step genomic BLUP // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102. Iss. 3. Pp. 2336–2346. DOI: 10.3168/jds.2018-15434.
22. Aguilar I., Fernandez E. N., Blasco A., Ravagnolo O., Legarra A. A. Effects of ignoring inbreeding in model-based accuracy for BLUP and SSGBLUP/I. Aguilar // Journal of animal breeding and genetics. 2020. Vol. 137. Pp. 356–364. DOI: 10.1111/jbg.12470.
23. Semenova N. V. Otsenka nasleduemosti i geneticheskikh korrelyatsiy produktivnykh i tekhnologicheskikh priznakov molochnogo skota i ikh primenenie v prakticheskoy selektsii [Estimation of heritability and genetic correlations of productive and technological traits of dairy cattle and their application in practical breeding] // Achievements of science and technology of the AIC. 2015. No. 4. Pp. 44–46. (In Russian.)
24. Konte A. F., Ermilov A. N., Sermyagin A. A. Otsenka dinamiki geneticheskoy izmenchivosti dlya pokazateley tipa teloslozheniya korov-pervotelok golshhtinizirovannoy cherno-pestroy porody Podmoskov'ya [Evaluation of the dynamics of genetic variability for indicators of the body type of first-time cows of the Holsteinized Black-and-White breed of the Moscow Region] // The Bulletin of KrasGAU. 2020. No. 8. Pp. 69–78. (In Russian.)
25. Konte A. F., Yanchukov I. N., Bychkunova N. G., Sermyagin A. A. Vzaimosvyazi priznakov i nedostatkov ekster'era korov cherno-pestroy porody Moskovskoy oblasti [Interrelationships of signs and disadvantages of the exterior of Black-and-White cows of the Moscow region] // Nauchnoe obespechenie razvitiya zhivotnovodstva v Rossiyskoy Federatsii: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu VIZh im. akademika L. K. Ernsta. Dubrovitsy, 2019. Pp. 249–253. (In Russian.)

Authors' information:

Aleksandr F. Konte¹, candidate of agricultural sciences, scientific researcher of population genetics and animal breeding department, ORCID 0000-0003-4877-0883, AuthorID 849809; alexandrconte@yandex.ru

Galina G. Karlikova¹, doctor of agricultural sciences, senior staff scientist of population genetics and animal breeding department, ORCID 0000-0002-9021-1404, AuthorID 667690; karlikovagalina@yandex.ru

¹ L. K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Russia