

## Генетическая изменчивость показателей продуктивности и оценки экстерьера голштинских коров в зависимости от типа телосложения

А. Ф. Контэ<sup>1</sup>, Г. Г. Карликова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика

Л. К. Эрнста

✉ E-mail: alexandrconte@yandex.ru

**Аннотация.** Цель исследований – изучить селекционно-генетические параметры признаков продуктивности и экстерьера голштинских коров-первотелок в зависимости от их типа телосложения. **Методы исследований.** На основе данных базы СЕЛЭКС мы исследовали показатели продуктивности и промеры туловища коров первого отела в количестве 4049 голов. На основе программной оболочки RENUMF90 программы BLUPF90 мы получили цифровые значения генетической изменчивости показателей продуктивности и внешнего строения животных в соответствии с уравнением смешанной модели. **Результаты.** Наиболее широко-телые животные, отнесенные к эйрисомному типу, обладали наибольшим удоем по первой лактации и превосходили животных лептосомного типа на 563,3 кг ( $p \leq 0,001$ ). По оценке системы Б широко-телые коровы превосходят животных узкотелого типа: по высоте в крестце – на 1 балл ( $p \leq 0,001$ ); по глубине туловища – на 0,8 балла ( $p \leq 0,01$ ); по ширине зада – на 1,9 балла ( $p \leq 0,001$ ); по положению зада – на 0,9 балла ( $p \leq 0,01$ ); по прикреплению передних долей вымени – на 1 балл ( $p \leq 0,01$ ). Животные узкотелого типа достоверно ( $p \leq 0,001$ ) обладали высокой генетической связью между удоем за 305 дней первой лактации и массовой долей белка в молоке ( $0,59 \pm 0,005$ ). При этом лептосомного типа коровы также имели наибольшую корреляцию между удоем и массовой долей жира ( $0,51 \pm 0,005$ ) ( $p \leq 0,001$ ). По промерам туловища наибольшие коэффициенты корреляции выявлены у животных эйрисомного типа – от 0,24 до 0,50. У всех голштинских первотелок разных типов телосложения высокие коэффициенты наследуемости по показателям массовой доли жира ( $h^2 = 0,37...0,49$ ) и массовой доли белка ( $h^2 = 0,42...0,51$ ). **Научная новизна.** Впервые проведены исследования генетической изменчивости показателей продуктивности и экстерьера голштинских коров в зависимости от их типа телосложения.

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

**Для цитирования:** Контэ А. Ф., Карликова Г. Г. Генетическая изменчивость показателей продуктивности и оценки экстерьера голштинских коров в зависимости от типа телосложения // Аграрный вестник Урала. 2021. № 09 (212). С. 53–62. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-212-09-53-62.

**Дата поступления статьи:** 08.07.2021, **дата рецензирования:** 15.07.2021, **дата принятия:** 19.07.2021.

### Постановка проблемы (Introduction)

Экстерьерная оценка коров служит одним из элементов комплексной оценки молочного скота. Ее необходимость состоит в разведении и отборе здоровых, крепких и достаточно хорошо развитых животных, обладающих потенциалом высокой продуктивности. Экстерьерная оценка животных и анализ ее результатов позволяют получить представление о здоровье животного; дать характеристику типу телосложения селекционируемых коров, продуктивному направлению и определять тенденции его изменений; своевременно выбраковывать животных, имеющих серьезные пороки экстерьера; на основе данных осуществлять групповой и индивидуальный подбор производителей на маточное поголовье с целью улучше-

ния его экстерьера; произвести оценку пригодности к длительному хозяйственному использованию в условиях интенсивной технологии [1].

Разведение и отбор крепких, гармонично развитых животных с отсутствием большего количества пороков и недостатков телосложения позволяет увеличить сроки их хозяйственного использования и повысить продуктивность стад [2, с. 53], [3].

Однако не всегда даже в рамках племенных организаций и предприятий обращают особое внимание на разведение животных с учетом подбора их в соответствии с экстерьерными признаками. При этом организации по искусственному осеменению предоставляют наглядную информацию, имеющую также профили по экстерьеру производителей [4, с. 217].

С помощью оценки животных по типу телосложения селекционный процесс выходит на новый уровень, который позволяет быстро улучшить стадо за счет подбора лучшего генотипа пород животных [5, с. 95].

Целью исследований было изучение генетической изменчивости признаков продуктивности и экстерьера голштинских коров-первотелок в зависимости от их типа телосложения.

Задачи исследования:

- определить разницу между средними значениями признаков продуктивности и экстерьера у животных разного типа телосложения;
- дать характеристику генетическим корреляциям между удоем и признаками экстерьерной оценки;
- установить степень и характер наследуемости признаков продуктивности и экстерьера у животных;

**Методология и методы исследования (Methods)**

В настоящей исследовательской работе объектом были выбраны голштинские коровы первого отела хозяйства СП «Аксиньино» Ступинского района Московской области. На основе данных базы СЕЛЭКС были исследованы показатели продуктивности и промеры туловища коров первого отела в количестве 4049 голов. Численность быкаов, которые учитывались в исследовании, – 182 головы. При проведении исследований анализируемые первотелки были распределены на 2 группы в соответствии с их типом телосложения – эйрисомный (широкотелый) и лептосомный (узкотелый). Группу эйрисомных животных составляли особи с индексом широкотелости ниже 310 %, лептосомных – свыше 310 %.

Оценка линейного экстерьерного профиля коровы методически осуществлена согласно НП «Моспле-минформ».

Среднюю величину рассчитывали по формуле:

$$\bar{X}_{cp} = \frac{\sum X}{N}, \quad (1)$$

где  $\bar{X}_{cp}$  – среднее значение показателя;  
 $\sum X$  – сумма величин, для которых рассчитывается среднее значение;  
 $N$  – количество наблюдений.

Расчет среднего квадратичного отклонения признака производителя по уравнению:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X}_{cp})^2}, \quad (2)$$

где  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение;  
 $X_i$  –  $i$ -е значение наблюдений выборки;  
 $\bar{X}_{cp}$  – среднее значение показателя;  
 $N$  – объем выборки.

Ошибку средней величины определяли согласно следующему уравнению:

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

где  $x$  – ошибка среднего значения показателя;  
 $N$  – число наблюдений;  
 $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение.

Для сравнения разности средних величин рассчитывали  $t$ -критерий Стьюдента согласно следующей формуле:

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

где  $\bar{X}_a$  – среднее значение сравниваемой группы  $a$  (эйрисомный тип);  
 $\bar{X}_b$  – среднее значение сравниваемой группы  $b$  (лептосомный тип);  
 $x_a$  – средняя ошибка среднего значения группы  $a$  (эйрисомный тип);  
 $x_b$  – средняя ошибка среднего значения группы  $b$  (лептосомный тип).

Достоверность разницы принимается нами в том случае, если экспериментальное значение  $t_{st}$  превосходит при данном числе степеней свободы ( $f$ ) табличное значение. Уровень значимости представлен тремя категориями:  $p \leq 0,05$ ;  $p \leq 0,01$ ;  $p \leq 0,001$ .

На основе программной оболочки RENUMF90 программы BLUPF90 мы получили цифровые значения генетических варианс- и коварианс-показателей продуктивности и внешнего строения животных в соответствии уравнения модели [5]:

$$Y_{ilk} = \mu + HYS_k + b_1 OY_x + b_2 BTAD_x + Bull_j + e_{fik}, \quad (5)$$

где  $Y_{kil}$  – исследуемый показатель продуктивности и внешнего строения  $x$ -й коровы первого отела;  
 $b_1, b_2$  – регрессионные линейные коэффициенты;  
 $\mu$  – константа популяции;  
 $OY$  – для  $x$ -й коровы возраст в месяцах первого отела;  
 $HYS_k$  – фиксированный эффект  $k$ -го стадо, сезон и год отела;  
 $BTAD$  – день оценки ОТТ на лактации  $x$ -й первотелки;  
 $e_{kil}$  – эффект нефиксируемых факторов;  
 $Bull_j$  – случайный эффект  $j$ -го производителя [6], [10, с. 71].

Вариансные и ковариансные несмещенные линейные оценки установлены методом последовательных замещений (итерации) Гаусса – Зейделя [7], [9, с. 44].

Согласно Multiple Traits Model (модели смешанного типа), охватывающей все взаимосвязанные показатели, мы оценивали корреляции фенотипические и генетические.

Расчет коэффициента наследуемости осуществили согласно формуле (2):

$$h^2 = (4 \times \sigma_{ge}^2) / (\sigma_{ge}^2 + \sigma_{ph}^2), \quad (6)$$

где  $\sigma_{ge}^2$  и  $\sigma_{ph}^2$  – генетическая и фенотипическая варианты.

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

$$\hat{S}_{h^2} = \sqrt{(32 \times h^2) / (k_d \times n_s)}, \quad (7)$$

где:  $n_s$  – число быков;  $k_d$  – среднее число дочерей на производителя.

Вероятную ошибку генетической корреляции ( $\hat{S}_r$ ) вычисляли по уравнению (4):

$$\hat{S}_r = \sqrt{(1 - r_{ab}) / 2} (h_a^2 \times h_b^2) \times \hat{S}_{h_a^2} \times \hat{S}_{h_b^2}, \quad (8)$$

где  $r_{ab}$  – генетическая корреляция признаков  $a$  и  $b$ ;

$h_a^2$  – коэффициент наследуемости показателя  $a$ ;  
 $h_b^2$  – второго признака;  
 $Sh_1^2$  – ошибка коэффициента наследуемости первого показателя;  
 $Sh_2^2$  – ошибка коэффициента наследуемости второго показателя [8, р. 357].

Оценка значимости фенотипических факторов, а также расчет генетической изменчивости показателей осуществлялся на основе компонентов вариации.

Вычисления производились на рабочей стационарной машине с 128 Гб оперативной памяти при частоте 3,50 ГГц на двух процессорах Intel Xeon.

### Результаты (Results)

В ходе проведенных нами исследований установлено, что наиболее широкогрудые животные, отнесенные к эйрисомному типу, обладали наибольшим удоем по первой лактации и превосходили животных лептосомного типа на 563,3 кг ( $p \leq 0,001$ ) (таблица 1).

Коровы-первотелки эйрисомного типа имели более глубокую ( $p \leq 0,001$ ) и широкую ( $p \leq 0,001$ ) грудь по сравнению с первотелками лептосомного типа. Они обладали большим обхватом груди – на 28 см ( $p \leq 0,001$ ) в отличие от животных узкотелого типа телосложения. Первотелки лептосомного типа были более тонконогими, если сравнивать их с эйрисомными ( $p \leq 0,001$ ). Касательно же косой длины туловища

между животными разных типов сложения достоверных различий не выявлено.

Если обратить внимание на оценку экстерьера исследуемой популяции голштинских первотелок, то между животными с разными типами телосложения также зафиксированы различия (таблица 2).

Животные широкогрудого эйрисомного типа имеют средний рост, хорошо поставленные конечности, достаточно глубокое туловище и широкую заднюю часть, при этом животные узкотелого типа также обладают достаточно оптимальными показателями оценки вымени, как и животные эйрисомного типа. В то же время по оценке системы Б широкогрудые коровы превосходят животных узкотелого типа: по высоте в крестце и ширине зада – на 1 и 1,9 балла ( $p \leq 0,001$ ); по глубине туловища, прикреплению передних долей вымени и положению зада – соответственно на 0,8, 1 и 0,9 балла ( $p \leq 0,01$ ). Но в то же время оценка конечностей у всех типов имела значения, близкие к средним параметрам.

Установлены также различия по коэффициенту генетической корреляции удоя с показателями жирномолочности и белкомолочности и промерами туловища между первотелками, относящимися к разным типам телосложения в зависимости от широкогрудости (таблица 3).

Таблица 1  
Показатели продуктивности и промеров туловища голштинских первотелок

Показатели	Эйрисомный тип	Лептосомный тип
Удой за 305 первой лактации, кг	7244,1 ± 33,6	6680,8 ± 22,8***
МДЖ в молоке первой лактации, %	3,91 ± 0,01	4,04 ± 0,01***
МДБ в молоке первой лактации, %	3,19 ± 0,01	3,16 ± 0,01
<b>Промеры туловища</b>		
Косая длина туловища, см	163 ± 0,38	162 ± 0,09
Глубина груди, см	121 ± 1,15	70 ± 0,09***
Обхват груди за лопатками, см	216 ± 0,35	188 ± 0,1***
Ширина груди, см	68 ± 0,35	41 ± 0,06***
Ширина в маклоках, см	56 ± 0,17	51 ± 0,05***
Обхват пясти, см	21 ± 0,04	19 ± 0,02***

Примечание. \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$  (здесь и далее). МДЖ и МДБ – массовые доли жира и белка соответственно.

Table 1  
Indicators of productivity and measurements of the body of Holstein first-calf heifers

Indicators	Airyosomal type	Leptosomal type
Milk yield for 305 days, the 1 <sup>st</sup> lactation, kg	7244.1 ± 33.6	6680.8 ± 22.8***
Mass fraction of fat in milk of the 1 <sup>st</sup> lactation, %	3.91 ± 0.01	4.04 ± 0.01***
Mass fraction of protein in milk of the 1 <sup>st</sup> lactation, %	3.19 ± 0.01	3.16 ± 0.01
<b>Body measurements</b>		
Body length, cm	163 ± 0.38	162 ± 0.09
Chest depth, cm	121 ± 1.15	70 ± 0.09***
Girth, cm	216 ± 0.35	188 ± 0.1***
Chest width, cm	68 ± 0.35	41 ± 0.06***
Rear width, cm	56 ± 0.17	51 ± 0.05***
Pastern girth, cm	21 ± 0.04	19 ± 0.02***

Note. \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$  (hereafter).

Линейная оценка экстерьера первотелок разного типа телосложения

Показатели	Эйрисомный тип	Лептосомный тип
	Система А	
Объем туловища	81,0 ± 0,06	79,8 ± 0,04*
Молочный тип (выраженность)	80,2 ± 0,07	79,7 ± 0,04
Вымя (общий вид)	81,1 ± 0,05	80,1 ± 0,04
Качество конечностей	80,0 ± 0,07	78,7 ± 0,04*
	Система Б	
Молочный тип	6,1 ± 0,02	6,0 ± 0,01
Высота в крестце	5,1 ± 0,06	4,1 ± 0,06***
Глубина туловища	7,1 ± 0,03	6,3 ± 0,01**
Крепость	5,5 ± 0,02	5,4 ± 0,02
Положение зада	5,6 ± 0,03	4,7 ± 0,02**
Ширина зада	6,7 ± 0,03	4,8 ± 0,02***
Глубина вымени	6,6 ± 0,02	6,4 ± 0,02
Длина сосков	5,0 ± 0,02	4,9 ± 0,02
Прикрепление передних долей	6,7 ± 0,02	5,7 ± 0,02**
Расположение передних сосков	4,8 ± 0,02	4,5 ± 0,02
Центральная связка	6,2 ± 0,02	6,2 ± 0,02
Длина передних долей	5,7 ± 0,02	5,4 ± 0,02
Высота задних долей	6,9 ± 0,02	6,3 ± 0,01
Угол задних ног сбоку	4,9 ± 0,02	4,7 ± 0,02
Скакательный сустав сзади	4,7 ± 0,02	4,4 ± 0,01
Постановка задних ног сзади	5,5 ± 0,02	5,3 ± 0,02
Высота пятки	4,9 ± 0,02	4,7 ± 0,02

Примечание. Здесь и далее: система А – стобалльная система, субъективная оценка животных по комплексу признаков, характеризующих объем туловища, молочный тип, вымя и конечности; система Б – линейная система, объективное описание отдельных признаков экстерьера, имеющих функциональное значение.

Table 2

Linear assessment of the exterior of first-calf heifers of different body types

Indicators	Airysomal type	Leptosomal type
	System A	
Body conformation	81.0 ± 0.06	79.8 ± 0.04*
Dairy strength	80.2 ± 0.07	79.7 ± 0.04
Mammary	81.1 ± 0.05	80.1 ± 0.04
Legs and feet	80.0 ± 0.07	78.7 ± 0.04*
	System B	
Angularity	6.1 ± 0.02	6.0 ± 0.01
Stature	5.1 ± 0.06	4.1 ± 0.06***
Body depth	7.1 ± 0.03	6.3 ± 0.01**
Chest width	5.5 ± 0.02	5.4 ± 0.02
Rump angle	5.6 ± 0.03	4.7 ± 0.02**
Rump width	6.7 ± 0.03	4.8 ± 0.02***
Udder depth	6.6 ± 0.02	6.4 ± 0.02
Teat length	5.0 ± 0.02	4.9 ± 0.02
Fore udder attachment	6.7 ± 0.02	5.7 ± 0.02**
Front teat placement	4.8 ± 0.02	4.5 ± 0.02
Central ligament	6.2 ± 0.02	6.2 ± 0.02
Length udder attachment	5.7 ± 0.02	5.4 ± 0.02
Rear udder height	6.9 ± 0.02	6.3 ± 0.01
Rear legs set	4.9 ± 0.02	4.7 ± 0.02
Hock development	4.7 ± 0.02	4.4 ± 0.01
Rear legs rear view	5.5 ± 0.02	5.3 ± 0.02
Foot angle	4.9 ± 0.02	4.7 ± 0.02

Note. Hereafter: system A is a one-hundred-point system, a subjective assessment of animals according to a set of signs characterizing the body conformation, dairy strength, mammary, legs and feet; system B is a linear system, an objective description of individual exterior features that have functional significance.

## Генетическая корреляция удоя с показателями продуктивности и промерами туловища

Показатели	Эйрисомный тип	Лептосомный тип
МДЖ в молоке первой лактации, %	0,28 ± 0,016	0,51 ± 0,005
МДБ в молоке первой лактации, %	0,45 ± 0,018	0,59 ± 0,006
<b>Промеры туловища</b>		
Косая длина туловища, см	0,31 ± 0,015	0,22 ± 0,007
Глубина груди, см	0,46 ± 0,014	0,09 ± 0,007
Обхват груди за лопатками, см	0,24 ± 0,016	0,14 ± 0,007
Ширина груди, см	0,36 ± 0,015	0,15 ± 0,007
Ширина в маклоках, см	0,50 ± 0,013	0,31 ± 0,006
Обхват пясти, см	0,37 ± 0,015	0,06 ± 0,007

Table 3

## Genetic correlation of milk yield with productivity indicators and body measurements

Indicators	Airyosomal type	Leptosomal type
Mass fraction of fat in milk of the 1 <sup>st</sup> lactation, %	0.28 ± 0.016	0.51 ± 0.005
Mass fraction of protein in milk of the 1 <sup>st</sup> lactation, %	0.45 ± 0.018	0.59 ± 0.006
<b>Body measurements</b>		
Body length, cm	0.31 ± 0.015	0.22 ± 0.007
Chest depth, cm	0.46 ± 0.014	0.09 ± 0.007
Girth, cm	0.24 ± 0.016	0.14 ± 0.007
Chest width, cm	0.36 ± 0.015	0.15 ± 0.007
Rear width, cm	0.50 ± 0.013	0.31 ± 0.006
Pastern girth, cm	0.37 ± 0.015	0.06 ± 0.007

Таблица 4

## Генетическая корреляция удоя с оценкой телосложения

Показатели	Эйрисомный тип	Лептосомный тип
<b>Система А</b>		
Объем туловища	0,02 ± 0,008	-0,16 ± 0,008
Молочный тип (выраженность)	0,02 ± 0,008	-0,05 ± 0,008
Вымя (общий вид)	0,03 ± 0,008	-0,04 ± 0,008
Конечности	0,02 ± 0,009	-0,28 ± 0,009
<b>Система Б</b>		
Молочный тип	0,04 ± 0,008	-0,34 ± 0,009
Высота в крестце	0,03 ± 0,008	0,01 ± 0,002
Глубина туловища	-0,01 ± 0,001	-0,33 ± 0,009
Крепость	0,06 ± 0,008	0,04 ± 0,008
Положение зада	-0,05 ± 0,009	0,43 ± 0,006***
Ширина зада	-0,05 ± 0,009	0,17 ± 0,007
Глубина вымени	-0,01 ± 0,002	-0,09 ± 0,008
Длина сосков	0,05 ± 0,008	-0,05 ± 0,008
Прикрепление передних долей	0,03 ± 0,009	0,13 ± 0,007
Расположение передних сосков	-0,04 ± 0,009	0,14 ± 0,007
Центральная связка	-0,03 ± 0,009	0,02 ± 0,008
Длина передних долей	0,08 ± 0,008	-0,08 ± 0,008
Высота задних долей	0,06 ± 0,008	0,15 ± 0,007
Угол задних ног сбоку	0,03 ± 0,008	0,07 ± 0,007
Скакательный сустав сзади	-0,06 ± 0,009	-0,25 ± 0,009
Постановка задних ног сзади	-0,04 ± 0,009	-0,22 ± 0,008
Высота пятки	-0,01 ± 0,002	-0,30 ± 0,009

Примечание. \*\*\*  $p \geq 0,001$  – достоверность генетической корреляции.

Table 4  
Genetic correlation of milk yield with the assessment of body

Indicators	Airysomal type	Leptosomal type
	System A	
Body conformation	0.02 ± 0.008	-0.16 ± 0.008
Dairy strength	0.02 ± 0.008	-0.05 ± 0.008
Mammary	0.03 ± 0.008	-0.04 ± 0.008
Legs and feet	0.02 ± 0.009	-0.28 ± 0.009
	System B	
Angularity	0.04 ± 0.008	-0.34 ± 0.009
Stature	0.03 ± 0.008	0.01 ± 0.002
Body depth	-0.01 ± 0.001	-0.33 ± 0.009
Chest width	0.06 ± 0.008	0.04 ± 0.008
Rump angle	-0.05 ± 0.009	0.43 ± 0.006***
Rump width	-0.05 ± 0.009	0.17 ± 0.007
Udder depth	-0.01 ± 0.002	-0.09 ± 0.008
Teat length	0.05 ± 0.008	-0.05 ± 0.008
Fore udder attachment	0.03 ± 0.009	0.13 ± 0.007
Front teat placement	-0.04 ± 0.009	0.14 ± 0.007
Central ligament	-0.03 ± 0.009	0.02 ± 0.008
Length udder attachment	0.08 ± 0.008	-0.08 ± 0.008
Rear udder height	0.06 ± 0.008	0.15 ± 0.007
Rear legs set	0.03 ± 0.008	0.07 ± 0.007
Hock development	-0.06 ± 0.009	-0.25 ± 0.009
Rear legs rear view	-0.04 ± 0.009	-0.22 ± 0.008
Foot angle	-0.01 ± 0.002	-0.30 ± 0.009

Note. \*\*\*  $p \geq 0.001$  – the reliability of the genetic correlation.

Животные узкотелого типа достоверно ( $p \leq 0,001$ ) обладали высокой генетической связью между надоем молока за первую лактацию и процентной долей белка в молоке ( $0,59 \pm 0,005$ ). При этом коровы лептосомного типа также имели наибольшую корреляцию между удоем и процентной долей жира ( $0,51 \pm 0,005$ ) ( $p \leq 0,001$ ). Генетические корреляции между данными признаками у коров широкотелого типа были несколько ниже. Что касается взаимосвязи между удоем и промерами туловища, то наибольшие коэффициенты корреляции выявлены у животных эйрисомного типа –  $0,24 \dots 0,50$ . Низкой ( $0,06-0,31$ ) связью обладали первотелки лептосомного типа.

Относительно же взаимосвязи удоя с показателями оценки экстерьера прослеживается следующая тенденция: наивысшими показателями коэффициента генетической корреляции обладали животные лептосомного типа – удои / глубина туловища ( $-0,33 \pm 0,009$ ); удои / положение зада ( $0,43 \pm 0,006$ ) ( $p \leq 0,001$ ); удои / молочный тип ( $-0,34 \pm 0,009$ ); удои / высота пятки ( $0,64 \pm 0,012$ ) (таблица 4).

Отрицательное значение коэффициента генетической корреляции между удоем и молочным типом по системе Б может указывать на большую взаимосвязанности данных признаков – это говорит о том, что с долей вероятности 34 % изменчивость удоя будет обусловлена изменчивостью признака «молочный тип». Скорее всего, уклон развития в более нежный тип может повлечь снижение удоя. Наименьшими коэффициентами генетической взаимосвязи характеризуются широкотелые животные:  $-0,05 \dots 0,08$ .

Достаточно высокими коэффициентами наследуемости характеризовались у всех голштинских первотелок разных типов телосложения жирно- и белково-молочность ( $h^2 = 0,37 \dots 0,49$  и  $0,42 \dots 0,51$ ) (таблица 5).

Но в то же время если обратить внимание на промеры туловища, то здесь достаточно высокая наследуемость свойственна таким показателям, как глубина груди ( $h^2 = 0,27 \dots 0,49$ ), ширина в маклоках ( $h^2 = 0,39 \dots 0,40$ ) и обхват груди за лопатками ( $h^2 = 0,25 \dots 0,34$ ).

Что касается наследуемости оценки телосложения по четырем показателям системы А (таблица 6), то здесь невысоким коэффициентом наследуемости обладали коровы и широкотелого типа ( $h^2 = 0,05 \dots 0,12$ ) и узкотелого типа ( $h^2 = 0,02 \dots 0,04$ ).

При этом по второй системе оценки экстерьера животные и широкотелого, и узкотелого типа также не отличались высокой степенью наследуемости показателей – коэффициент наследуемости колеблется от 0,02 до 0,18.

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В результатах работ некоторых исследователей указывается на то, что коровы лептосомного типа дают больше молока. Так, в исследовании Т. Ф. Лефлера и др. (2016) на красно-пестрой породе выявлено, что коровы лептосомного типа имеют удои выше ( $6279,6$  кг) по сравнению с животными эйрисомного типа ( $4174,9$  кг), при этом уступают по жирномолочности и белковомолочности. Это согласуется с исследованиями и А. П. Вельматова и др. (2019), где первотелки лептосомного типа превосходили сверстниц по

удой на 500–539 кг, но по массовые доли жира в молоке уступали коровам эйрисомного типа на 0,07 %. Животные эйрисомного типа имели преимущество по высоте в холке на 3,98 см, глубине груди – на 3,33 см, ширине груди – на 8,25 см и обхвату груди – на 5,5 см. В работах Т. В. Громовой и др. (2017) и С. Е. Яковлевой и др. (2018) широкоотельные животные черно-пе-

строй породы отличаются более высокой продуктивностью, что согласуется с нашими исследованиями на голштинских первотелках, где установлено, что животные первого отела широкоотельного (эйрисомного) типа обладали наибольшим удоём по первой лактации.

Таблица 5

## Наследуемость продуктивных показателей и промеров туловища

Показатели	Эйрисомный тип	Лептосомный тип
Удой за 305 дней первой лактации, кг	0,17 ± 0,067	0,15 ± 0,040
МДЖ в молоке первой лактации, %	0,49 ± 0,114	0,37 ± 0,064
МДБ в молоке первой лактации, %	0,42 ± 0,110	0,51 ± 0,070
<b>Промеры туловища</b>		
Косая длина туловища, см	0,24 ± 0,079	0,26 ± 0,053
Глубина груди, см	0,27 ± 0,084	0,49 ± 0,073
Обхват груди за лопатками, см	0,34 ± 0,095	0,25 ± 0,052
Ширина груди, см	0,21 ± 0,074	0,24 ± 0,051
Ширина в маклоках, см	0,39 ± 0,101	0,40 ± 0,066
Обхват пясти, см	0,21 ± 0,075	0,17 ± 0,043

Table 5

## Heritability of productive indicators and body measurements

Indicators	Airysomal type	Leptosomal type
Milk yield for 305 days, the 1 <sup>st</sup> lactation, kg	0.17 ± 0.067	0.15 ± 0.040
Mass fraction of fat in milk of the 1 <sup>st</sup> lactation, %	0.49 ± 0.114	0.37 ± 0.064
Mass fraction of protein in milk of the 1 <sup>st</sup> lactation, %	0.42 ± 0.110	0.51 ± 0.070
<b>Body measurements</b>		
Body length, cm	0.24 ± 0.079	0.26 ± 0.053
Chest depth, cm	0.27 ± 0.084	0.49 ± 0.073
Girth, cm	0.34 ± 0.095	0.25 ± 0.052
Chest width, cm	0.21 ± 0.074	0.24 ± 0.051
Rear width, cm	0.39 ± 0.101	0.40 ± 0.066
Pastern girth, cm	0.21 ± 0.075	0.17 ± 0.043

Таблица 6

## Наследуемость показателей оценки телосложения

Показатели	Эйрисомный тип	Лептосомный тип
<b>Система А</b>		
Объем туловища	0,06 ± 0,041	0,04 ± 0,020
Молочный тип (выраженность)	0,12 ± 0,056	0,04 ± 0,022
Вымя (общий вид)	0,09 ± 0,050	0,02 ± 0,013
Качество конечностей	0,05 ± 0,037	0,02 ± 0,015
<b>Система Б</b>		
Молочный тип	0,16 ± 0,064	0,06 ± 0,026
Высота в крестце	0,12 ± 0,056	0,04 ± 0,022
Глубина туловища	0,09 ± 0,050	0,02 ± 0,015
Крепость	0,17 ± 0,067	0,07 ± 0,028
Положение зада	0,18 ± 0,068	0,06 ± 0,026
Ширина зада	0,06 ± 0,039	0,02 ± 0,013
Глубина вымени	0,20 ± 0,072	0,09 ± 0,030
Длина сосков	0,16 ± 0,065	0,09 ± 0,032
Прикрепление передних долей	0,10 ± 0,051	0,07 ± 0,027
Расположение передних сосков	0,12 ± 0,056	0,11 ± 0,035
Центральная связка	0,17 ± 0,067	0,06 ± 0,025
Длина передних долей	0,13 ± 0,059	0,06 ± 0,025
Высота задних долей	0,04 ± 0,033	0,14 ± 0,039
Угол задних ног сбоку	0,04 ± 0,032	0,04 ± 0,021
Скакательный сустав сзади	0,04 ± 0,032	0,05 ± 0,023
Постановка задних ног сзади	0,11 ± 0,055	0,05 ± 0,022
Высота пятки	0,04 ± 0,033	0,03 ± 0,019

Table 6  
Heritability of indicators for assessing body

Indicators	Airyosomal type	Leptosomal type
	System A	
Body conformation	0.06 ± 0.041	0.04 ± 0.020
Dairy strength	0.12 ± 0.056	0.04 ± 0.022
Mammary	0.09 ± 0.050	0.02 ± 0.013
Legs and feet	0.05 ± 0.037	0.02 ± 0.015
	System B	
Angularity	0.16 ± 0.064	0.06 ± 0.026
Stature	0.12 ± 0.056	0.04 ± 0.022
Body depth	0.09 ± 0.050	0.02 ± 0.015
Chest width	0.17 ± 0.067	0.07 ± 0.028
Rump angle	0.18 ± 0.068	0.06 ± 0.026
Rump width	0.06 ± 0.039	0.02 ± 0.013
Udder depth	0.20 ± 0.072	0.09 ± 0.030
Teat length	0.16 ± 0.065	0.09 ± 0.032
Fore udder attachment	0.10 ± 0.051	0.07 ± 0.027
Front teat placement	0.12 ± 0.056	0.11 ± 0.035
Central ligament	0.17 ± 0.067	0.06 ± 0.025
Length udder attachment	0.13 ± 0.059	0.06 ± 0.025
Rear udder height	0.04 ± 0.033	0.14 ± 0.039
Rear legs set	0.04 ± 0.032	0.04 ± 0.021
Hock development	0.04 ± 0.032	0.05 ± 0.023
Rear legs rear view	0.11 ± 0.055	0.05 ± 0.022
Foot angle	0.04 ± 0.033	0.03 ± 0.019

Таким образом, проведенный нами анализ генетической изменчивости показателей продуктивности и экстерьера показал, что для проведения селекционно-племенной работы, направленной на улучшение продуктивных признаков и отдельных экстерьерных показателей, предпочтительнее коровы эйрисомного типа – у них лучше показатели по удою и линейной оценке телосложения. В то же время низкая связь между удоем и показателями линейной оценки по-

казывает на широкие возможности проведения селекции на упрочение данной взаимосвязанности.

#### Благодарности (Acknowledgements)

Выражаем благодарность в предоставлении данных специалистам СП «Аксиньино» и РИСЦ «Мо-сплеминформ». Исследования выполнены в рамках Государственного задания Минобрнауки России ГЗ 0445-2021-0016.

#### Библиографический список

1. Целищева О. Н. Правила оценки коров по экстерьеру [Электронный ресурс]. URL: <https://kleverkirov.ru/library/speech/ontsielishchieva-pravila-otsienki-korov-po-ekstierieru-gh-tochka-kirov-vghskha-28-tochka-09-tochka-2016> (дата обращения: 06.07.2021).
2. Вельматов А. А., Аль-Исави А. А. Х., Вельматов А. П. [и др.] Влияние типа телосложения на продуктивное долголетие коров // Аграрный научный журнал. 2020. № 4. С. 51–54.
3. Любимов А. И., Мартынова Е. Н., Исупова Ю. В. [и др.] Экстерьерные особенности и молочная продуктивность коров черно-пестрой породы разных генераций // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2018. Т. 233. № 1. С. 98–102.
4. Свяженина М. А. Экстерьер скота голштинской породы // Известия ОГАУ. 2019. № 5 (79). С. 217–219.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Aguilar I., Fernandez E. N., Blasco A., Ravagnolo O., Legarra A., A. Effects of ignoring inbreeding in model-based accuracy for BLUP and SGBLUP // Journal of animal breeding and genetics. 2020. Vol. 137. Pp. 356–364. DOI: 10.1111/jbg.12470.
9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. Лефлер Т. Ф., Кириенко Н. Н., Зайцева О. В. Сравнительная оценка качества молока коров красно-пестрой породы разных экстерьерно-конституциональных типов // Вестник КрасГАУ. 2016. С. 28–33.

13. Вельматов А. П., Тишкина Т. Н., Костин О. В. Продуктивные особенности коров красно-пестрой породы разных экстерьерно-конституциональных типов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2 (46). С. 161–165.

14. Громова Т. В., Косарев А. П., Конорев П. В. Зависимость молочной продуктивности коров приобского типа черно-пестрой породы от экстерьерно-конституциональных особенностей телосложения // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 6 (152). С. 115–121.

15. Яковлева С. Е., Шепелев С. И., Лемеш Е. А. Влияние экстерьерных показателей и типа конституции на уровень молочной продуктивности коров черно-пестрой породы // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2018. № 21 (1). С. 11–16.

#### Об авторах:

Александр Федорович Контэ<sup>1</sup>, 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 Карликова<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0002-9021-1404, AuthorID 667690; karlikovagalina@yandex.ru

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

## Genetic variability of productivity traits and evaluation of exterior of Holstein cows depending on body type

A. F. Konte<sup>1</sup>✉, G. G. Karlikova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> L. K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Russia

✉ E-mail: alexandrconte@yandex.ru

**Abstract.** The aim of the research is to study the selection and genetic parameters of the characteristics of productivity and the exterior of Holstein first-calf cows, depending on their body type. **Research methods.** Based on the data from the SELEX database, we researched the performance indicators and measurements of the trunk of first calving cows in the amount of 4049 heads. Based on the RENUMF90 software shell of the BLUPF90 program, we obtained digital values of the genetic variability of productivity indicators and the external structure of animals in accordance with the equation of the mixed model. **Results.** The most broad-bodied animals classified as airysomal type had the highest milk yield in the first lactation, and exceeded animals of the leptosomal type by 563.3 kg ( $p \leq 0.001$ ). According to the "B" system, broad-bodied cows are superior to narrow-bodied animals: stature – by 1 point ( $p \leq 0.001$ ); body depth – by 0.8 points ( $p \leq 0.01$ ); rump width – by 1.9 points ( $p \leq 0.001$ ); rump angle – by 0.9 points ( $p \leq 0.01$ ); fore udder attachment – by 1 point ( $p \leq 0.01$ ). Animals of the narrow-bodied type reliably ( $p \leq 0.001$ ) had a high genetic relationship between milk yield in 305 days of first lactation and the mass fraction of protein in milk ( $0.59 \pm 0.005$ ). At the same time, the leptosomal type of cows also had the greatest correlation between milk yield and mass fraction of fat ( $0.51 \pm 0.005$ ) ( $p \leq 0.001$ ). According to body measurements, the highest correlation coefficients were found in animals of the airysomal type – 0.24 ... 0.50. All Holstein heifers of different body types have high heritability coefficients in terms of fat mass fraction ( $h^2 = 0.37 \dots 0.49$ ) and protein mass fraction ( $h^2 = 0.42 \dots 0.51$ ). **Scientific novelty.** For the first time, studies of the genetic variability of productivity indicators and the exterior of Holstein cows, depending on their body type, were conducted.

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

**For citation:** Konte A. F., Karlikova G. G. Geneticheskaya izmenchivost' pokazateley produktivnosti i otsenki ekster'era golshinskikh korov v zavisimosti ot tipa teloslozheniya [Genetic variability of productivity traits and evaluation of exterior of Holstein cows depending on body type] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 09 (212). Pp. 53–62. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-212-09-53-62. (In Russian.)

## References

1. Tselishcheva O. N. Pravila otsenki korov po ekster'uru» [Rules for evaluation of cows exterior] [e-resource]. URL: <https://kleverkirov.ru/library/speech/ontsielishchieva-pravila-otsienki-korov-po-ekstierieru-gh-tochka-kirov-vghskha-28-tochka-09-tochka-2016> ( date of reference: 06.07.2021). (In Russian.)
2. Vel'matov A. A., Al'-Isavi A. A. Kh., Vel'matov A. P., et al. Vliyanie tipa teloslozheniya na produktivnoe dolgoletie korov [Influence of body type on productive longevity of cows] // The Agrarian Scientific Journal. 2020. No. 4. Pp. 51–54. (In Russian.)
3. 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-and-white cows of different generations] // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana. 2018. T. 233. No. 1. Pp. 98–102. (In Russian.)
4. Svyazhenina M. A. Ekster'er skota golshtinskoj porody [Exterior of Holstein cattle] // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2019. No. 5 (79). Pp. 217–219. (In Russian.)
5. Lapina M. Yu., Abramova M. V. Dinamika pokazateley ekster'era i molochnoy produktivnosti v mikropopulyatsii golshtinskogo skota [Dynamics of indicators of exterior and dairy productivity in the micropopulation of Holstein cattle] // Perm Agrarian Journal. 2020. No. 3 (31). Pp. 94–102. (In Russian.)
6. 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.
7. 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.
8. Aguilar I., Fernandez E. N., Blasco A., Ravagnolo O., Legarra A., A. Effects of ignoring inbreeding in model-based accuracy for BLUP and SGBLUP // Journal of animal breeding and genetics. 2020. Vol. 137. Pp. 356–364. DOI: 10.1111/jbg.12470.
9. Semenova N. V. Otsenka nasleduemosti i geneticheskikh korrelyatsiy produktivnykh i tekhnologicheskikh priznakov molochnogo skota i ikh primenenie v prakticheskoy selektsii [Evaluation 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 AIC. 2015. No. 4. Pp. 44–46. (In Russian.)
10. Konte A. F., Ermilov A. N., Sermyagin A. A. Otsenka dinamiki geneticheskoy izmenchivosti dlya pokazateley tipa teloslozheniya korov-pervotelok golshtinizirovannoy cherno-pestroy porody Podmoskov'ya [Assessment of the dynamics of genetic variability for indicators of the body type of first-calf cows of the Holsteinized black-and-white breed of the Moscow region] // The Bulletin of KrasGAU. 2020. No. 8. Pp. 69–78. (In Russian.)
11. Konte A. F., Yanchukov I. N., Bychkunova N. G., Sermyagin A. A. Vzaimosvyazi priznakov i nedostatkov ekster'era korov cherno-pestroy porody Moskovskoy oblasti [Correlation of signs and shortcomings 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.)
12. Lefler T. F., Kirienko N. N., Zaytseva O. V. Sravnitel'naya otsenka kachestva moloka korov krasno-pestroy porody raznykh ekster'erno-konstitutsional'nykh tipov [Comparative assessment of the milk quality of Red-and-White cows of different exterior-constitutional types] // The Bulletin of KrasGAU. 2016. Pp. 28–33. (In Russian.)
13. Vel'matov, A. P., Tishkina T. N., Kostin O. V. Produktivnye osobennosti korov krasno-pestroy porody raznykh ekster'erno-konstitutsional'nykh tipov [Productive features of Red-and-White cows of different conformation-constitutional types] // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2019. No. 2 (46). Pp. 161–165. (In Russian.)
14. Gromova T. V., Kosarev A. P., Konorev P. V. Zavisimost' molochnoy produktivnosti korov priobskogo tipa cherno-pestroy porody ot ekster'erno-konstitutsional'nykh osobennostey teloslozheniya [The dependence of the milk productivity of the Priobsky type cows of the black-and-white breed on the exterior and constitutional features of the body type] // Bulletin of Altai State Agrarian University. 2017. № 6(152). Pp. 115–121. (In Russian.)
15. Yakovleva S. E., Shepelev S. I., Lemesh E. A. Vliyanie ekster'ernykh pokazateley i tipa konstitutsii na uroven' molochnoy produktivnosti korov cherno-pestroy porody [The influence of exterior indicators and the type of constitution on the level of milk productivity of black-and-white cows] // Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva. 2018. No. 21 (1). Pp. 11–16. (In Russian.)

## Authors' information:

Aleksandr F. Konte<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, scientific researcher of population genetics and animal breeding department, ORCID 0000-0003-4877-0883, AuthorID 849809; [alexandrconte@yandex.ru](mailto:alexandrconte@yandex.ru)

Galina G. Karlikova<sup>1</sup>, doctor of agricultural sciences, Senior Staff Scientist of population genetics and animal breeding department, ORCID 0000-0002-9021-1404, AuthorID 667690; [karlikovagalina@yandex.ru](mailto:karlikovagalina@yandex.ru)

<sup>1</sup>L. K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Russia