



Оценка рисков проявления недостатков экстерьера вымени у коров айрширской породы с применением метода BLUP AM

© 2026. О. В. Тулинова¹, Е. А. Романова¹✉, В. В. Березина²,
А. И. Токарев¹, А. А. Сермягин¹

¹Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,

²АО «Кировплем», г. Киров, Российская Федерация

Своевременная оценка экстерьера животных позволяет отбирать наиболее перспективные особи для разведения. Цель исследования – выявить недостатки экстерьера вымени коров айрширской породы молочного скота, оцененных методом BLUP AM. Материалами для исследования послужили данные индивидуальной экстерьерной оценки 3525 коров первого отела – дочерей 201 быка-производителя из 29 хозяйств различных областей РФ в период с 2006 по 2024 г. В целом по исследуемой выборке животных наибольшая вероятность проявления недостатков экстерьера (P) отмечена для признаков «дополнительные соски» (20,1 %), «косое дно вымени» (13,8 %), «асимметрия долей вымени» (3,9 %), «сближенность задних сосков» (3,6 %) и «малый объем вымени» (2,5 %). Проведенная процедура решения смешанных уравнений BLUP AM на исследуемой выборке животных показала узкую достоверность (Rel) полученных линейных оценок с варьированием от 0,269 (расположение задних сосков) до 0,486 (глубина вымени) и у признаков недостатка экстерьера – от 0,172 (истечение молока) до 0,905 (атрофия долей вымени), что указывает на высокую генетическую обусловленность проявления признака в фенотипе. В процессе проведенной оценки животных установлено, что частота встречаемости атрофии долей вымени достоверно ($p \leq 0,001$) ниже в группах коров с положительными (≥ 0) оценками EBV по прикреплению передних долей вымени на 1,16 %, высоте прикрепления задних долей вымени – на 0,80 %, расположению задних сосков – на 1,12 %, а у первотелок с оптимальными оценками по глубине вымени этот недостаток не встречался. Таким образом, ряд недостатков экстерьера, таких как атрофия долей вымени, косое дно вымени и сближенность задних сосков можно нивелировать с помощью отбора коров с хорошо прикрепленным глубоким выменем и выраженной центральной связкой, которые по сравнению с животными, имеющими отклонения по данным параметрам экстерьера, имеют меньшую вероятность их проявления.

Ключевые слова: линейная оценка, корреляция, дополнительные соски, атрофия долей вымени, косое дно вымени, сближенные соски

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект №25-26-00164, <https://rscf.ru/project/25-26-00164/>

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Тулинова О. В., Романова Е. А., Березина В. В., Токарев А. И., Сермягин А. А. Оценка рисков проявления недостатков экстерьера вымени у коров айрширской породы с применением метода BLUP AM. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2026;27(1):178–189. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2026.27.1.178-189>

Поступила: 30.05.2025

Принята к публикации: 10.02.2026

Опубликована онлайн: 27.02.2026

Risk assessment of udder exterior defects in Ayrshire cows using the BLUP AM method

© 2026. Olga V. Tulinova¹, Elena A. Romanova¹✉, Valentina V. Berezina²,
Alexander I. Tokarev¹, Alexander A. Sermyagin¹

¹Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding –
Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry,
Saint-Petersburg, Russian Federation

²Kirov Join Stock Company for breeding work (“Kirovplem”), Kirov, Russian Federation

Timely assessment of animal conformation allows for the selection of the most promising individuals for breeding. The aim of the study was to identify udder conformation deficiencies in Ayrshire dairy cows assessed using the BLUP AM method. The study was based on the data of individual exterior assessment of 3,525 first-calving cows, daughters of 201 sires from 29 farms in various regions of the Russian Federation in the period from 2006 to 2024. In general, for the studied sample of animals, the highest probability of deficiencies (P) was noted for traits “additional teats” P = 20.1 % and “unbalanced udder floor” P = 13.8 %, “asymmetry of udder lobes” P = 3.9 %, “close rear teats” P = 3.6 % and “small udder” P = 2.5 %. The procedure for solving mixed BLUP equations on the studied sample of animals by udder exterior features showed the usual reliability (Rel) of the obtained linear estimates, with a variation from Rel = 0.269 (rear teat placement) to Rel = 0.486 (udder

depth) and for exterior defects from $Rel = 0.172$ (milk leakage) to $Rel = 0.905$ (atrophy of udder lobes), which indicates its high genetic determinacy of manifestation in the phenotype. In the process of the conducted assessment of animals it was found that the frequency of occurrence of "atrophy of udder lobes" is significantly ($p \leq 0.001$) lower in groups of cows with positive (≥ 0) EBV assessments for the attachment of the fore udder attachment by 1.16 %, the rear udder height by 0.80 %, the rear teat placement by 1.12 %, and in first-calf heifers with optimal assessments for the udder depth, this defect was not observed. Thus, a number of exterior defects, such as "atrophy udder lobes", "unbalanced udder floor" and "close rear teats" can be leveled by selecting cows with a well-attached deep udder and a pronounced central ligament, which, compared to animals with deviations in these exterior parameters, have a lower probability of their manifestation.

Keywords: linear assessment, correlation, additional teats, atrophy of udder lobes, unbalanced udder floor, close rear teats

Acknowledgments: the research was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation No. 25-26-00164, <https://rscf.ru/project/25-26-00164/>

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert assessment of the work.

Conflict of interest: the authors declared no conflict of interest.

For citation: Tulinova O. V., Romanova E. A., Berezina V. V., Tokarev A. I., Sermyagin A. A. Risk assessment of udder exterior defects in Ayrshire cows using the BLUP AM method. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2026;27(1):178–189. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2026.27.1.178-189>

Received: 30.05.2025

Accepted for publication: 10.02.2026

Published online: 27.02.2026

На современном этапе развития молочного скотоводства в селекционных программах по генетическому улучшению животных особое внимание уделяют не только продуктивным качествам, но и таким признакам, как воспроизводство, здоровье и продуктивное долголетие, которые тесно связаны с типом телосложения. Изучение развития внешних форм животных является важным критерием, так как их связь с функциональными и биологическими процессами в организме остается неразрывной [1, 2]. Поэтому в племенной работе, в том числе при разведении айрширского скота, необходима селекция не только по уровню продуктивности, но и по экстерьеру, в частности, строению вымени.

Селекционеры, стремясь к увеличению количества получаемого молока, изменили форму и размер вымени, и, как следствие, оптимизировалось кровоснабжение и структура его тканей. Эти изменения коснулись размеров цистерн вымени, длины и расположения сосков. Оценка вымени включает форму (чашеобразная, ваннообразная и т. д.), размеры, симметричность, расположение и форму сосков (длина, толщина, направление), прикрепление к брюшной стенке, прикрепление задних долей, выраженность центральной связки, наличие каких-либо дефектов (например, болезненных уплотнений или асимметрии) [3]. Все это влияет на легкость и эффективность машинного доения, а также на общий объем производимого молока [4], а правильное кормление обеспечивает достаточное количество питательных веществ для синтеза молока и поддержания здоровья вымени.

Особенности строения и развития вымени напрямую влияют на эффективность доения. Так, дефекты в анатомии и физиологии

вымени приводят к замедленному и неполному выдаиванию молока. Поэтому для успешного отбора коров необходимо тщательно изучать форму и развитие вымени, а также понимать физиологические процессы, связанные с доением. Только комплексный анализ анатомических особенностей и физиологии позволяет объективно оценить продуктивность животного и выбрать наиболее перспективных особей для разведения [5, 6]. В сущности, форма вымени – это внешний показатель, отражающий внутренние процессы и эффективность молочной продуктивности коров. Селекцией по форме вымени с соблюдением технологии выращивания молодняка можно добиться легкой, быстрой и полной молокоотдачи, постепенного исключения ручного и машинного додаивания, более эффективного использования доильных установок и уменьшения затрат труда и времени на дойку. В исследованиях О. В. Горелика с соавт. [7], проведенных на коровах черно-пестрой породы, установлено, что животные с прикреплением передних долей вымени ниже, чем задних, с дополнительными сосками, сближенными и тонким диаметром (менее 5 мм) сосками, с козьей формой вымени непригодны для доения на роботизированной установке. Коровы с такими особенностями вымени уступают по надою молока на 5,9 кг в сутки, по скорости молокоотдачи – на 0,58 кг/мин и по удою за 305 дней – на 1237 кг.

Типовые признаки могут быть использованы в качестве косвенных предикторов долголетия и производства молока из-за их умеренной генетической корреляции и возможности ранней идентификации [8, 9]. Вместе с тем, сохранение здорового вымени позволяет увеличивать не только продолжительность

использования коров, но и повышать продуктивность животных и оплату корма продукцией, снижать себестоимость молока и улучшать его качество [10, 11].

Оценка экстерьера является научным обоснованием значительного повышения продуктивности имеющихся пород скота, а также для развития селекции и выведения новых пород и типов, без чего невозможно эффективное развитие отрасли животноводства [12]. Оценка позволяет выявлять физические отклонения или проблемы со здоровьем, контролировать общее состояние животного, включая признаки заболеваний, травм или дефицита питательных веществ [13, 14, 15].

Оптимизация молочного типа коров, улучшение качества конечностей и формы вымени, а также выявление и исключение из селекционного процесса животных с недостатками внешнего вида помогают избежать накопления нежелательных генетических комбинаций в стадах и их распространения среди породы. Это позволяет поддерживать высокие стандарты селекции и улучшать общие характеристики поголовья [16, 17].

В связи с отмеченной многими авторами важности оценки вымени коров разных пород при производстве молока и выявленными его недостатками, постоянный мониторинг изменения экстерьера данного органа в стадах молочного направления продуктивности является актуальным.

Цель исследования – выявить недостатки экстерьера вымени в группах изучаемой выборки коров айрширской породы молочного скота, оцененных методом BLUP AM (*Best Linear Unbiased Prediction Animal Model*) для повышения рентабельности молочного производства, снижения рисков для здоровья животных и долгосрочного улучшения генетического потенциала стада.

Научная новизна – изучение характеристик, детерминирующих функциональные и морфологические качества вымени коров айрширской породы, обуславливающих формирование особенностей типа телосложения высокопродуктивных животных.

Материал и методы. Исходным материалом для анализа послужили данные 3525 коров первого отела – дочерей 201 быка-произво-

дителя из 29 хозяйств различных регионов Российской Федерации (РФ): Ленинградская область (13 хоз., n = 1634), Кировская область (2 хоз., n = 1308), Вологодская область (2 хоз., n = 102), Новгородская область (2 хоз., n = 78), Республика Коми (3 хоз., n = 82), Республика Карелия (2 хоз., n = 121), Московская область (1 хоз., n = 56), Волгоградская область (1 хоз., n = 33), Тульская область (1 хоз., n = 58), Ярославская область (1 хоз., n = 22), Краснодарский край (1 хоз., n = 31). Индивидуальная экстерьерная оценка первотелок проведена в период с 2006 по 2024 г. сертифицированными бонитерами в соответствии с «Правилами линейной оценки телосложения дочерей быков-производителей молочно-мясных пород»¹ по следующим признакам, характеризующим строение вымени: DS (dairy strength) – молочные формы; FUA (fore udder attachment) – прикрепление передних долей вымени; FUL (fore udder length) – длина передних долей вымени; RUH (rear udder height) – высота прикрепления задних долей; RUW (rear udder width) – ширина задних долей; US (udder support) – борозда вымени; UD (udder depth) – положение дна вымени; FTP (front teat placement) – расположение передних сосков; TL (teat length) – длина сосков; RTP (rear teat placement) – расположение задних сосков.

В ходе балльной оценки учитывались следующие недостатки экстерьера вымени животных: AT (additional teats) – дополнительные соски; TT (thin teats) – тонкие соски; UUF (unbalanced udder floor) – косое дно вымени; AfUL (atrophy udder lobes) – атрофия долей вымени; ML (milk leakage) – истечение молока; CRT (close rear teats) – сближенные задние соски; AsUL (asymmetry udder lobes) – асимметрия долей вымени; SU (small udder) – вымя малого объема; DU (divided udder) – вымя сильно разделено на четверти с боков.

Параметрический коэффициент корреляции Пирсона вычисляли по формуле:

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - \sum x - \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}, \quad (1)$$

где x – значение факторного признака;

y – значение результативного признака;

n – число пар данных.

¹Правила оценки телосложения дочерей быков-производителей молочно-мясных пород. 1996. [Электронный ресурс]. URL: <https://gov.cap.ru/home/65/aris/bd/Sbornik/SB1/160-185.html?ysclid=ml6mq45jl0122940051> (дата обращения: 02.02.2026).

Коэффициент наследуемости вычисляли с применением дисперсионного анализа в модуле RENUMF90 по уравнению:

$$h^2 = \frac{VarA}{VarA+VarPE+VarE}, \quad (2)$$

где $VarA$ – аддитивная генетическая вариация; $VarPE$ – вариация постоянно действующих факторов среды; $VarE$ – остаточная вариация ошибки.

Вероятность проявления недостатков у исследуемых дочерей быков рассчитана с применением формулы вероятности события:

$$A = m/n, \quad (3)$$

где m – количество элементарных исходов, благоприятствующих событию A ; n – общее число всех равновероятных, элементарных исходов этого испытания.

Оценку линейных признаков экстерьера коров проводили с помощью модели BLUP AM посредством программного обеспечения семейства BLUPF90 с использованием среды разработки RStudio в качестве командной строки:

$$Y_{ijk} = \mu + NYS_i + bLD_k + Animal_k + e_{ijk}, \quad (4)$$

где Y_{ijk} – результирующий показатель (признаки линейной оценки экстерьера) k -й первотелки, дочери j -го быка, лактировавшей в i -ой градации «стадо-год-сезон»; μ – популяционная константа; NYS_i – фиксированный фактор i -й градации «стадо-год-сезон»; b – коэффициент линейной регрессии результирующего фактора на количество дней лактации; LD_k – количество дней лактации на момент оценки; $Animal_k$ – рандомизированный эффект животного; e_{ijk} – остаточный эффект модели.

Точность прогноза или надежность оценки животного (*reliability*, Rel) рассчитывали по формуле:

$$Rel = 1 - \frac{PEV_i}{\sigma_a^2}, \quad (5)$$

где PEV (*Prediction Error Variance*) – прогнозируемая ошибка дисперсии или доля аддитивной генетической вариации, не учитываемая прогнозом; σ_a^2 – аддитивная генетическая вариация.

В процессе исследования проведено формирование групп с положительными и отрицательными оценками EBV (*Estimated Breeding Value*) по линейным признакам экстерьера (≥ 0 и < 0), а также отсутствием и наличием недостатков (+ и -).

Оценка достоверности разницы средних значений проведена в программе SigmaPlot 15.0 при t -критерии достоверности $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Анализ линейной оценки показателей, характеризующих строение вымени коров первого отела, выявил различия по областям РФ. Животные Волгоградской области отличались высокими оценками по признакам «прикрепление задних долей вымени» ($6,8 \pm 0,3$ балла) и «выраженность молочных форм» ($6,6 \pm 0,23$ балла), имели наибольший коэффициент изменчивости (C_v) в сравнении с животными из других областей – «длина передних долей вымени» ($C_v = 22,7\%$) и «ширина задних долей вымени» ($C_v = 28,4\%$) (рис. 1). Достаточное расстояние между верхними точками прикрепления железистой ткани задних долей вымени к внутренней стороне бедер животного отмечено в Краснодарском крае и Вологодской области ($6,9 \pm 0,19$ и $6,6 \pm 0,12$ балла соответственно). Коровы первого отела Кировской области отличались наибольшей глубиной вымени ($7,7 \pm 0,04$ балла), то есть положением дна вымени, но наименее выраженной центральной связкой ($4,4 \pm 0,04$ балла) и укороченными сосками ($4,0 \pm 0,03$ балла), при этом животные данного региона имели наибольший коэффициент изменчивости по длине ($C_v = 26,3\%$) и расположению передних сосков ($C_v = 20,0\%$). Расположение задних сосков в наибольшей степени варьировало у коров Вологодской области ($C_v = 22,81\%$), которые обладали длинными передними ($6,2 \pm 0,08$ балла) и широкими задними долями вымени ($6,6 \pm 0,12$ балла).

Гармоничные животные с вытянутым туловищем, открытым и плоским ребром, умеренно развитой мускулатурой выявлены в Московской и Тульской областях, которые по показателю «молочные формы» в среднем оценены $6,6 \pm 0,15$ и $6,9 \pm 0,11$ балла соответственно. Также в Тульской области зафиксированы высокие оценки признаков «прикрепление передних долей вымени» и «длина передних долей вымени» – $6,9 \pm 0,16$ и $6,2 \pm 0,09$ балла. Средние баллы за качество вымени отмечены в Республике Карелия, однако животные имели оценки ниже среднего за прикрепление передних ($4,5 \pm 0,13$ балла) и задних долей вымени ($4,9 \pm 0,10$ балла). В Ленинградской области животные отличались желательным расположением задних ($5,3 \pm 0,02$ балла) и передних ($4,8 \pm 0,02$ балла) сосков и имели высокий коэффициент изменчивости по таким параметрам, как «глубина вымени» ($23,70\%$) и «борозда вымени» ($33,54\%$), что указывает на возможность вести успешный селекционный отбор по данным признакам.

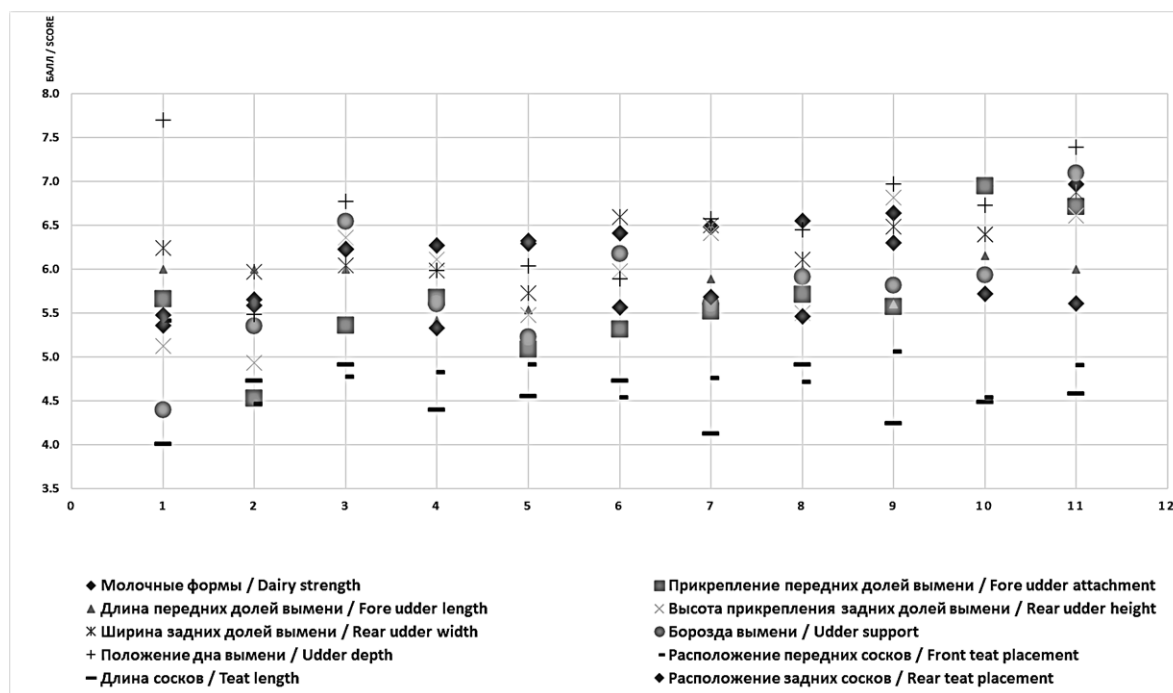


Рис. 1. Линейная оценка статей вымени айрширских коров в разрезе областей Российской Федерации (n = 3525): 1 – Кировская область; 2 – Республика Карелия; 3 – Ярославская область; 4 – Ленинградская область; 5 – Новгородская область; 6 – Вологодская область; 7 – Республика Коми; 8 – Московская область; 9 – Волгоградская область; 10 – Тульская область; 11 – Краснодарский край /

Fig. 1. Linear assessment of udder traits of Ayrshire cows by regions of the Russian Federation (n = 3525): 1 – Kirov oblast; 2 – Republic of Karelia; 3 – Yaroslavl oblast; 4 – Leningrad oblast; 5 – Novgorod oblast; 6 – Vologda oblast; 7 – Komi Republic; 8 – Moscow oblast; 9 – Volgograd oblast; 10 – Tula oblast; 11 – Krasnodar Krai

В ходе балльной оценки проведен учет недостатков экстерьера. В целом по исследуемой выборке животных наибольшая вероятность проявления недостатков (P) отмечена по признакам «дополнительные соски» (20,1 %) и «косое дно вымени» (13,8 %). Такие недостатки, как асимметрия долей вымени, сближенность задних сосков и малый объем вымени имели низкую степень риска – P = 3,9 %, 3,6 и 2,5 % соответственно. Остальные недостатки находились на уровне проявления менее 1 %: от P = 0,8 % – для атрофии долей вымени до P = 0,1 % – для тонких сосков.

Вариативность относительной частоты встречаемости недостатков вымени отмечена в разрезе регионов РФ (рис. 2). В Кировской области среди зарегистрированных недостатков у коров преобладали: косое дно вымени – 21,2 %; дополнительные соски – 11,7 %; асимметрия долей вымени – 8,3 %; сближенные задние соски – 2,8 %; вымя малого объема – 1,5 %; перехват вымени – 1,0 %. В остальных регионах лидирующее положение по частоте встречаемости недостатков вымени занимают дополнительные соски: от 40,9 % в Ярославской области до 15,7 % в Республике Карелия. После рудиментарных сосков второе место по распространенности занимает дефект косое

дно вымени в следующих регионах: Краснодарский край 16,1 %; Тульская область 15,5 %; Республика Коми 14,6 %; Республика Карелия 6,6 %; Ленинградская область 5,8 %. В ряде регионов на втором месте отмечена сближенность задних сосков: в Ярославской области 18,2 %; в Новгородской – 12,8 %, в Московской – 10,7 %, в Вологодской области – 9,8 %. В Волгоградской области второе место по процентному проявлению разделили косое дно вымени и сближенность сосков и составили 12,1 %.

Проведен корреляционный анализ генетических (r_g), фенотипических (r_p) связей линейных признаков и выявленных недостатков вымени исследуемых коров (рис. 3). Установлены высокие достоверные положительные корреляции между признаками «прикрепление вымени сзади» и «ширина задних долей» ($r_g = +0,757$ и $r_p = +0,400$, $p \leq 0,001$), «переднее прикрепление вымени» и «глубина вымени» ($r_g = +0,598$ и $r_p = +0,300$, $p \leq 0,001$), «переднее и заднее прикрепление вымени» ($r_g = +0,545$ и $r_p = +0,350$, $p \leq 0,001$), что указывает на общность формирования данных признаков, основой которых является соединительно тканная строма, составляющая остов вымени. Отрицательные генетические корреляционные связи отмечены между глубиной вымени и рядом

недостатков, таких как: косое дно вымени ($r_g = -0,222, p \leq 0,001$), атрофия долей вымени ($r_g = -0,278, p \leq 0,001$), истечение молока ($r_g = -0,426, p \leq 0,001$), сближенные задние соски ($r_g = -0,323, p \leq 0,001$) и асимметрия долей вымени ($r_g = -0,282, p \leq 0,001$). Отрицательные корреляции с недостатками вымени наблюдались у признаков:

центральная связка от $r_g = -0,068 (p \leq 0,001)$ с дополнительными сосками до $r_g = -0,230 (p \leq 0,001)$ с истечением молока; прикрепление передних долей вымени от $r_g = -0,061 (p \leq 0,001)$ с тонкими сосками до $r_g = -0,315 (p \leq 0,001)$ со сближенными задними сосками.

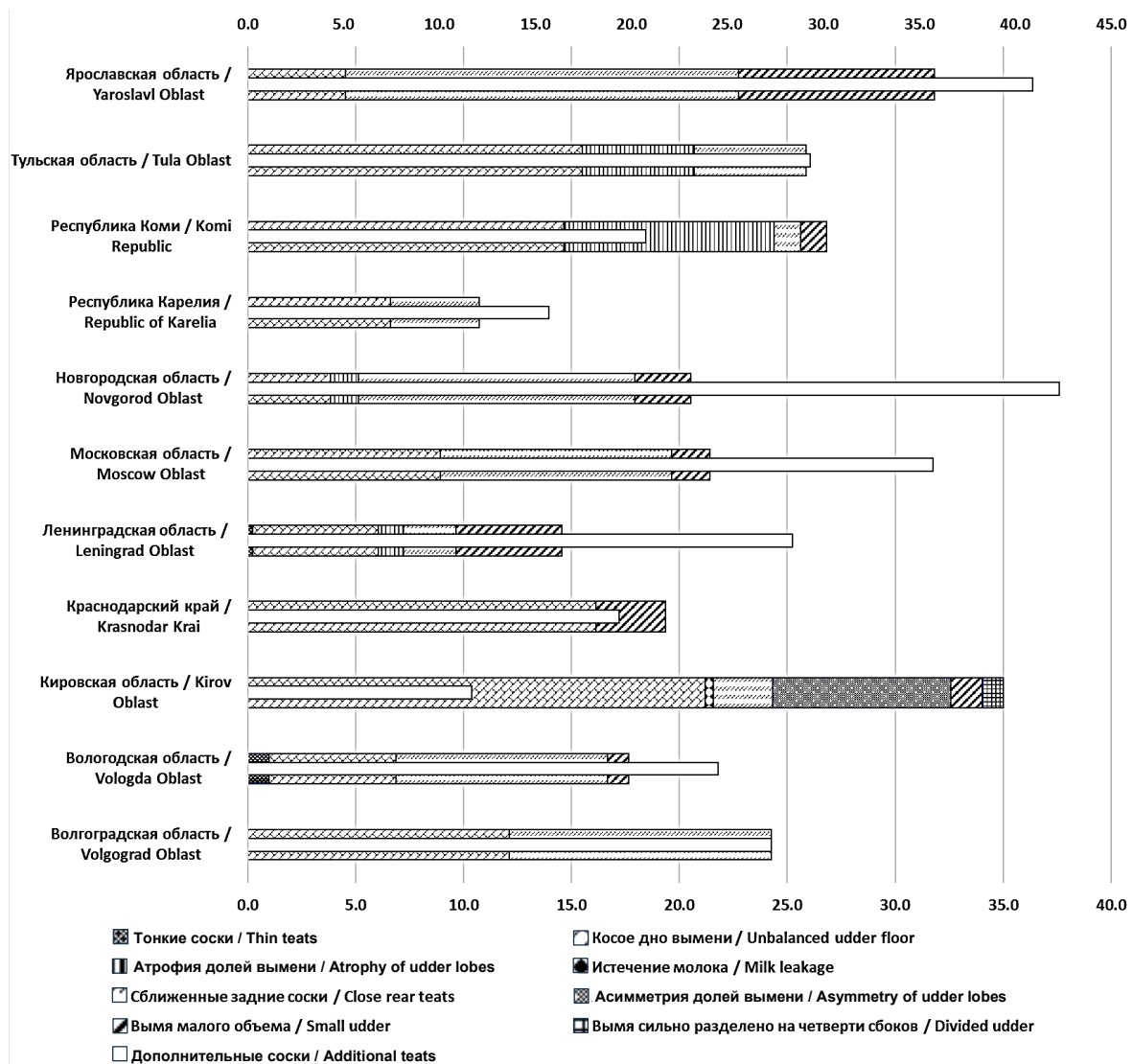


Рис.2. Частота встречаемости недостатков вымени в разрезе регионов Российской Федерации, % / Fig. 2. Frequency of occurrence of udder defects by regions of the Russian Federation, %

С целью нивелирования смещенных (искаженных) оценок генетических качеств животных проведено решение уравнений смешанных моделей BLUP AM на исследуемой выборке животных по признакам экстерьера вымени. Достоверность полученных линейных оценок варьировала от $Rel = 0,269$ для признака «расположение задних сосков» до $Rel = 0,486$ – «глубина вымени» (табл.). Среди недостатков экстерьера высокой степенью достоверности отличился признак «атрофия долей вымени»

($Rel = 0,905$, или 91 %), что указывает на его высокую генетическую обусловленность проявления в фенотипе. Остальные учитываемые недостатки имели степень достоверности от $Rel = 0,172$ для признака «истечение молока» до $Rel = 0,529$ – «малый объем молочной железы». При этом степень генетической детерминации недостатков экстерьера вымени коров первого отела варьировала от $h^2 = 0,01$ для признака «истечение молока» до $h^2 = 0,43$ – «атрофия долей вымени». Довольно высокими

для экстерьерных статей оказались коэффициенты наследуемости по глубине вымени ($h^2 = 0,34$), длине сосков ($h^2 = 0,30$), длине передних долей вымени ($h^2 = 0,29$), ширине задних долей вымени ($h^2 = 0,26$). Выявленные

корреляции и коэффициенты детерминации представляют особый интерес для селекционной работы, направленной на устранение недостатков вымени и повышение его морфофункциональных качеств.

	DS	FUA	FUL	RUH	RUW	US	UD	FTP	TL	RTP	AT	TT	UUF	AfUL	ML	CRT	AsUL	SU	DU
DS		0.20	0.07	0.41	0.36	0.43	-0.04	-0.08	0.17	0.01	0.08	0.04	-0.12	0.04	-0.03	-0.02	-0.11	0.01	-0.03
FUA	-0.11		0.22	0.35	0.23	0.12	0.30	0.08	0.01	0.00	0.05	0.02	-0.09	0.04	-0.06	-0.05	-0.01	0.14	-0.04
FUL	0.04	-0.02		0.01	0.33	0.17	0.40	0.09	0.12	0.17	0.15	0.02	0.11	0.05	0.01	0.05	0.07	0.02	0.02
RUH	0.27	0.55	0.48		0.40	0.32	0.06	-0.06	0.04	0.00	0.02	0.03	-0.19	0.00	-0.09	-0.05	-0.12	0.05	-0.03
RUW	0.48	0.05	0.54	0.76		0.36	0.12	-0.05	0.10	0.15	0.01	0.04	-0.03	-0.01	-0.02	-0.03	-0.02	-0.05	0.01
US	0.36	-0.20	-0.02	0.19	0.41		0.09	-0.12	0.23	0.10	0.10	0.05	-0.10	0.04	-0.08	0.00	-0.14	0.05	-0.01
UD	0.04	0.60	-0.04	0.45	-0.09	0.04		0.29	0.01	0.08	0.09	0.01	0.14	-0.01	-0.01	-0.01	0.07	0.20	0.02
FTP	0.34	0.30	-0.09	0.29	0.06	-0.29	0.41		-0.14	0.04	-0.01	0.00	0.07	-0.02	-0.08	0.06	0.07	0.06	0.01
TL	-0.01	-0.09	0.45	0.15	0.25	0.23	-0.01	-0.20		0.05	0.09	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.06	-0.01	-0.01
RTP	-0.21	0.24	-0.06	0.35	0.10	0.01	0.29	0.33	-0.02		0.03	0.00	-0.06	-0.03	-0.03	0.37	0.00	0.01	0.03
AT	-0.04	0.53	0.01	0.36	0.10	-0.07	0.09	0.08	0.12	0.18		0.01	0.01	0.04	-0.02	-0.01	-0.03	0.07	-0.03
TT	0.34	-0.06	-0.03	0.32	0.42	0.39	0.16	0.08	0.09	-0.03	-0.01		-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
UUF	-0.43	-0.24	0.03	-0.33	-0.24	-0.15	-0.22	-0.57	0.11	-0.23	-0.15	0.00		-0.02	0.04	0.01	0.08	0.01	0.05
AfUL	0.33	-0.23	0.05	-0.06	0.06	0.01	-0.28	-0.03	-0.02	-0.12	0.17	0.19	0.15		0.00	-0.01	-0.01	0.01	0.00
ML	0.00	-0.25	0.04	-0.25	0.03	-0.23	-0.43	-0.12	0.06	-0.48	-0.27	0.03	0.35	0.10		-0.01	-0.01	-0.01	0.12
CRT	0.08	-0.32	0.05	-0.10	-0.04	-0.17	-0.32	0.22	0.06	0.26	0.27	-0.05	-0.05	0.59	-0.09		-0.02	-0.01	-0.01
AsUL	-0.35	0.06	-0.01	0.04	-0.01	-0.21	-0.28	-0.26	-0.41	-0.01	0.09	-0.03	0.09	0.01	0.18	0.02		-0.01	-0.01
SU	0.02	0.48	-0.04	0.08	-0.24	-0.20	0.32	0.14	0.03	-0.01	0.24	-0.09	-0.01	0.51	-0.08	0.11	-0.12		-0.01
DU	0.05	0.36	0.08	0.47	0.10	0.09	0.64	0.32	-0.03	0.41	0.14	0.05	-0.37	-0.11	-0.37	0.01	-0.04	0.21	

Рис. 3. Корреляционная матрица линейной оценки экстерьера и недостатков вымени коров айрширской породы (r_p – фенотипические корреляции выше диагонали; r_g – генетические корреляции ниже диагонали) ($n = 3525$): DS – молочные формы, FUA – прикрепление передних долей вымени, FUL – длина передних долей вымени, RUH – высота прикрепления задних долей, RUW – ширина задних долей, US – борозда вымени, UD – положение дна вымени, FTP – расположение передних сосков, TL – длина сосков, RTP – расположение задних сосков; AT – дополнительные соски, TT – тонкие соски, UUF – косое дно вымени, AfUL – атрофия долей вымени, ML – истечение молока, CRT – сближенные задние соски, AsUL – асимметрия долей вымени, SU – вымя малого объема, DU – вымя сильно разделено на четверти с боков /

Fig. 3. Correlation matrix of the linear assessment of the exterior and udder defects of Ayrshire cows (r_p – phenotypic correlations above the diagonal; r_g – genetic correlations below the diagonal) ($n = 3525$): DS – dairy strength, FUA – fore udder attachment, FUL – fore udder length, RUH – rear udder height, RUW – rear udder width, US – udder support, UD – udder depth, FTP – front teat placement, TL – teat length, RTP – rear teat placement; AT – additional teats, TT – thin teats, UUF – unbalanced udder floor, AfUL – atrophy udder lobes, ML – milk leakage, CRT – close rear teats, AsUL – asymmetry udder lobes, SU – small udder, DU – divided udder

На основании проведенной процедуры BLUP AM сформированы контрастные группы с положительными (≥ 0) и отрицательными (< 0) оценками EBV по линейным признакам. Установлено, что частота встречаемости атрофии долей вымени достоверно ($p \leq 0,001$) ниже

в группах: $FUA \geq 0$ – на 1,16 %, $RUH \geq 0$ – на 0,80 %, $RTP \geq 0$ – на 1,12 %, у первотелок с $UD \geq 0$ этот недостаток не встречался. Частота встречаемости рудиментарных сосков имела меньшее значение в группе $US \geq 0$ – на 2,47 %, а в остальных группах с положительными

оценками экстерьера вымени, напротив, увеличивалась от 2,9 % (FUL<0) до 17,21 % (UD<0). При анализе влияния оценок вымени на проявление недостатка «косое дно вымени» выявлено практически полное преимущество положительно оцененных животных по линейной

системе. Частота встречаемости данного недостатка варьировала от 2,13 % в группе FUA≥0 до 8,23 % – FTP≥0. У животных с оценками UD≥0 и US≥0 риск возникновения недостатка «сближенность задних сосков» снижался на 1,96 и 1,66 % соответственно.

Таблица – Достоверность (Rel) и наследуемость (h²) племенной ценности EBV (Estimated Breeding Value) линейных оценок и недостатков экстерьера методом BLUP AM / Table – Reliability (Rel) and heritability (h²) of EBV (Estimated Breeding Value) of linear assessments and exterior defects using the BLUP AM method

	<i>Признак / Trait</i>	<i>Rel</i>	<i>h²</i>	
<i>Линейные признаки / Linear traits</i>	DS	0,384	0,13	
	FUA	0,462	0,22	
	FUL	0,456	0,29	
	RUH	0,432	0,18	
	RUW	0,436	0,26	
	US	0,350	0,19	
	UD	0,486	0,34	
	FTP	0,387	0,23	
	TL	0,429	0,30	
	RTP	0,269	0,12	
	<i>Недостатки экстерьера вымени / Udder exterior defects</i>	AT	0,301	0,12
		TT	0,470	0,32
UUF		0,243	0,06	
AfUL		0,905	0,43	
ML		0,172	0,01	
CRT		0,424	0,03	
AsUL		0,196	0,02	
SU		0,529	0,25	
DU	0,251	0,02		

Примечания: DS – молочные формы; FUA – прикрепление передних долей вымени; FUL – длина передних долей вымени; RUH – высота прикрепления задних долей; RUW – ширина задних долей; US – борозда вымени; UD – положение дна вымени; FTP – расположение передних сосков; TL – длина сосков; RTP – расположение задних сосков; AT – дополнительные соски; TT – тонкие соски; UUF – косое дно вымени; AfUL – атрофия долей вымени; ML – истечение молока; CRT – сближенные задние соски; AsUL – асимметрия долей вымени; SU – вымя малого объема; DU – вымя сильно разделено на четверти с боков /

Notes: DS – dairy strength; FUA – fore udder attachment; FUL – fore udder length; RUH – rear udder height; RUW – rear udder width; US – udder support; UD – udder depth; FTP – front teat placement; TL – teat length; RTP – rear teat placement; AT – additional teats; TT – thin teats; UUF – unbalanced udder floor; AfUL – atrophy udder lobes; ML – milk leakage; CRT – close rear teats; AsUL – asymmetry udder lobes; SU – small udder, DU – divided udder.

В подтверждение полученных данных в процессе исследования проведена дифференциация коров на группы с наличием исследуемых недостатков и их отсутствием (рис. 4). Выявлены достоверные отличия оценок EBV по следующим линейным признакам: для переднего прикрепления вымени разница составила 1,08 (p≤0,001); для глубины вымени 1,64 (p≤0,001); расположения задних сосков 0,27 (p≤0,001). Соответственно в группе

животных, не имеющих атрофии долей вымени показатели оценки были выше. Высокодостоверные отличия отмечены между группами коров по недостатку «косое дно вымени». В группе с отсутствием данного недостатка оценки EBV оказались выше у признаков: FUA – 2,13; RUH – 4,09; RUW – 4,18; US – 2,50; UD – 3,784; FTP – 8,23; RTP – 3,24 при p≤0,001. Сопоставимая ситуация в группах с признаком «сближенность задних сосков», в которых

отмечено преимущество племенной ценности EBV в практически тех же оценочных группах, что и с признаком «косое дно вымени».

Следовательно, такие недостатки, как атрофия долей вымени, косое дно вымени и сближенность задних сосков можно нивелировать с помощью отбора коров с хорошо прикрепленным глубоким выменем и выраженной центральной связкой, которые по сравнению с животными, имеющими отклонения по данным

параметрам экстерьера, обладают меньшей вероятностью их проявления. Поскольку рудиментарные соски в большей степени имели проявление в группах животных с положительными экстерьерными оценками, их исключение рекомендовано осуществлять хирургическим путем через ампутацию в раннем возрасте с целью профилактики развития маститов и повышения пригодности к машинному доению.

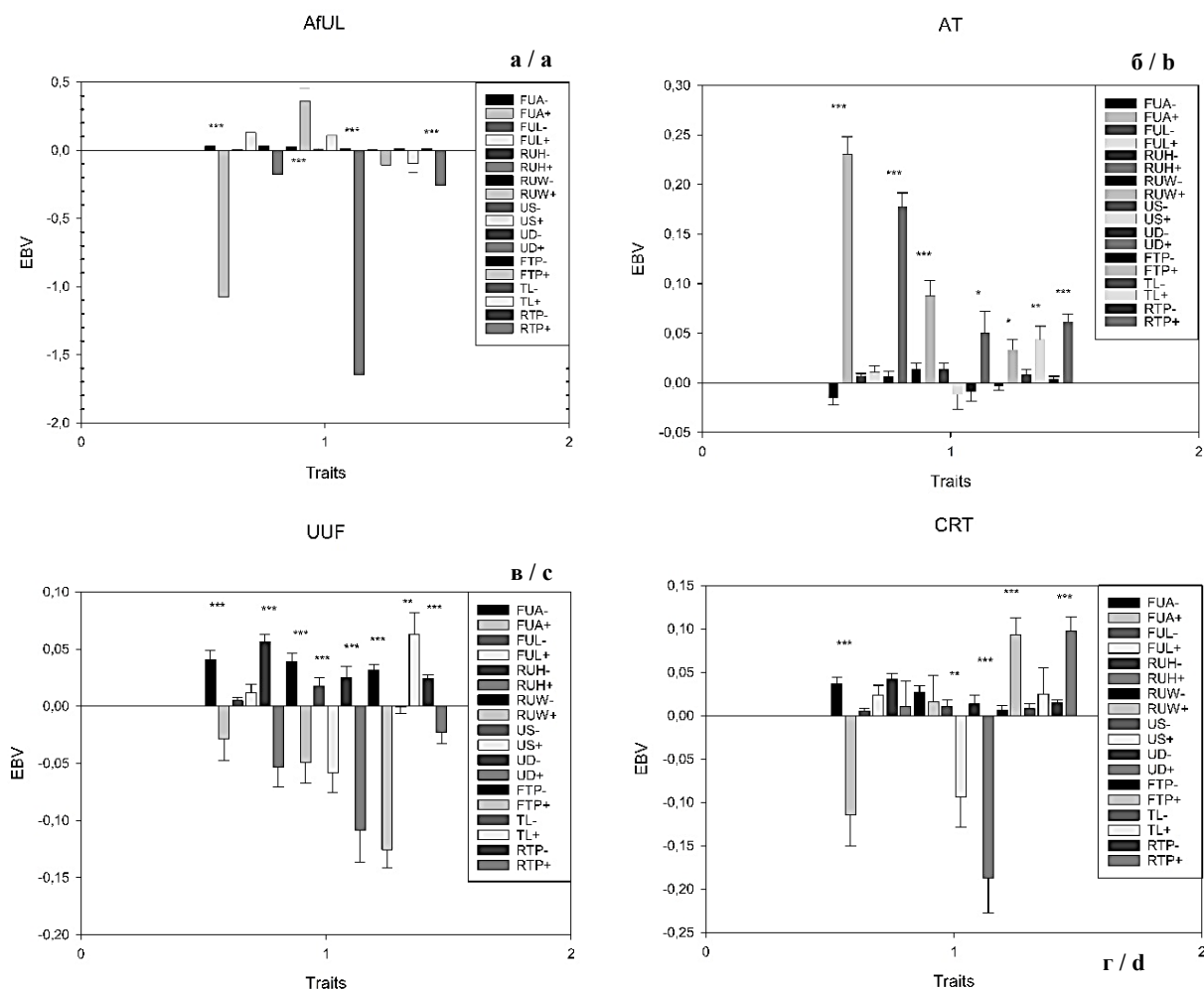


Рис. 4. Дифференциация оценок племенной ценности EBV (*Estimated Breeding Value*) линейных признаков экстерьера при наличии и отсутствии недостатков: а) атрофия долей вымени; б) дополнительные соски; в) косое дно вымени; г) сближенные задние соски: FUA – прикрепление передних долей вымени; FUL – длина передних долей вымени; RUH – высота прикрепления задних долей; RUW – ширина задних долей; US – борозда вымени; UD – положение дна вымени; FTP – расположение передних сосков; TL – длина сосков; RTP – расположение задних сосков. Достоверность разницы при *** $p \leq 0,001$; ** $p \leq 0,01$; * $p \leq 0,05$ /

Fig. 4. Differentiation of EBV assessments of linear exterior traits in the presence and absence of defects: а) atrophy of udder lobes; б) additional teats; в) unbalanced udder floor; д) close rear teats: FUA – fore udder attachment; FUL – fore udder length; RUH – rear udder height; RUW – rear udder width; US – udder support; UD – udder depth; FTP – front teat placement; TL – teat length; RTP – rear teat placement. Reliability of the difference *** $p \leq 0,001$; ** $p \leq 0,01$; * $p \leq 0,05$

Заключение. Проведенный анализ демонстрирует выраженную зависимость частоты проявления ряда дефектов от линейных оценок

вымени. Частота встречаемости атрофии долей вымени была достоверно ($p \leq 0,001$) ниже в группах с положительными оценками по

показателям: «прикрепление передних долей вымени» – на 1,16 %, «высота прикрепления задних долей вымени» – на 0,80 %, «расположение задних сосков» – на 1,12 %, у первотелок с положительными оценками по глубине вымени этот недостаток не встречался. Признак «косое дно вымени» варьировал в диапазоне от 2,13 % в группе животных с положительными оценками показателя «прикрепление передних долей вымени» до 8,23 % – в группе с положительными оценками по расположению передних сосков. У особей с положительными

оценками по показателям: глубина вымени и центральная связка наблюдали снижение риска развития сближенности задних сосков на 1,96 и 1,66 % соответственно. Поэтому, помимо корректировки технологий выращивания телок, процесс накопления нежелательных генетических комбинаций в стаде, проявляющихся в форме выявленных недостатков экстерьера, можно замедлить выбраковкой животных с неудовлетворительным экстерьером вымени, что может способствовать сохранению здоровья стада и совершенствованию породы.

Список литературы

1. Zhang X. X., An Z. G., Niu K. F., Chen C., Ye T. Z., Shaukat A., Yang L. G. Evaluation of type traits in relation to production, and their importance in early selection for milk performance in dairy buffaloes. *Animal*. 2022;16(11):100653. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100653>
2. Singh R. S., Bansal B. K., Gupta D. K. Relationship between teat morphological traits and subclinical mastitis in Frieswal dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*. 2017;49(8):1623–1629. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1368-7>
3. Дегтярь А. С., Скрипина О. Ю. Морфофункциональные свойства вымени коров разных генотипов. *Вестник Донского государственного аграрного университета*. 2022;(1(43)):98–104. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48225325> EDN: NJDHHV
4. Хисамов Р. Р., Загидуллин Л. Р., Файзуллина Т. А. Оценка и отбор коров по качеству вымени при роботизированном доении. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2024;(1(231)):64–69. DOI: <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2024-231-1-64-69> EDN: EINLHU
5. Saleh A. A., Easa A. A., El-Hedainy D. K., Rashad A. M. A. Prediction of some milk production traits using udder and teat measurements with a spotlight on their genetic background in Friesian cows. *Scientific Reports*. 2023;13(1):16193. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-43398-y>
6. Zhang X., Niu K., Wang W., Shaukat A., Zhao X., Yao Z., Liang A., Yang L. Relationships between body-and udder-related type traits with somatic cell counts and potential use for an early selection method for water buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Journal of Animal Science*. 2023;101:skad238. DOI: <https://doi.org/10.1093/jas/skad238>
7. Горелик О. В., Санова З. С., Федосеева Н. А., Камалов Р. А., Сойнова О. Л. Влияние суммарной оценки экстерьерных особенностей вымени коров на их продуктивность. *Аграрный вестник Урала*. 2019;(1(180)):10–15. DOI: https://doi.org/10.32417/article_5ca4dc03b2e452.55895172 EDN: NSUJYA
8. Vvan der Heide E. M. M., Veerkamp R. F., van Pelt M. L., Kamphuis C., Ducro B. J. Predicting survival in dairy cattle by combining genomic breeding values and phenotypic information. *Journal of Dairy Science*. 2020;103(1):556–571. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16626>
9. Zavadilová L., Němcová E., Stípková M. Effect of type traits on functional longevity of Czech Holstein cows estimated from a Cox proportional hazards model. *Journal of Dairy Science*. 2011;94(8):4090–4099. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3684>
10. Гаджиев А. М., Усачев В. В. Повышение продуктивности и качества молока при машинном доении коров. *Зоотехния*. 2019;(11):24–26. DOI: <https://doi.org/10.25708/ZT.2019.84.11.007> EDN: QHWQDL
11. Романова Е. А., Тулинова О. В., Позовникова М. В., Васильева Е. Н., Петрова А. В., Лейбова В. Б. Связь экстерьерных признаков с компонентным составом молока у айрширских коров. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2023;(2):71–77. DOI: <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/2/71-77> EDN: QMZJNH
12. Романова Е. А., Тулинова О. В. Селекционно-генетические показатели линейной оценки экстерьера коров черно-пестрой породы. *Молочное и мясное скотоводство*. 2025;(1):29–31. DOI: <https://doi.org/10.33943/MMS.2025.70.54.005> EDN: PHUIRM
13. Bhatta A. L., Murray R. D., Woldehiwet Z. Udder shape and teat-end lesions as potential risk factors for high somatic cell counts and intra-mammary infections in dairy cows. *The Veterinary Journal*. 2010;183(1):63–67. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.08.024>
14. Sharma A., Sharma S., Singh N., Sharma V., Pal R. S. Impact of udder and teat morphometry on udder health in Tharparkar cows under climatic condition of hot arid region of Thar Desert. *Tropical Animal Health and Production*. 2016;48(8):1647–1652. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1138-y>

15. Singh R. S., Bansal B. K., Gupta D. K. Udder health in relation to udder and teat morphometry in Holstein Friesian × Sahiwal crossbred dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*. 2014;46(1):93–98. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0454-8>
16. Контэ А. Ф., Ермилов А. Н., Янчуков И. Н., Сермягин А. А. Параметры генетической взаимосвязи недостатков экстерьера с оценкой типа телосложения голштинизированных коров черно-пестрой породы. *Генетика и разведение животных*. 2018;(3):32–38. DOI: <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2018-3-32-38> EDN: VOMVXI
17. Шишкина Т. В., Никишова Н. В. Морфофункциональные свойства и основные недостатки вымени коров черно-пестрой породы. *Главный зоотехник*. 2022;(5(226)):32–42. DOI: <https://doi.org/10.33920/sel-03-2205-04> EDN: RFZTXC

References

1. Zhang X. X., An Z. G., Niu K. F., Chen C., Ye T. Z., Shaukat A., Yang L. G. Evaluation of type traits in relation to production, and their importance in early selection for milk performance in dairy buffaloes. *Animal*. 2022;16(11):100653. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100653>
2. Singh R. S., Bansal B. K., Gupta D. K. Relationship between teat morphological traits and subclinical mastitis in Frieswal dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*. 2017;49(8):1623–1629. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1368-7>
3. Degtyar A. S., Skripina O. Yu. Morphofunctional properties of the udder of cows of different genotypes. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Don State Agrarian University*. 2022;(1(43)):98–104. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48225325>
4. Khisamov R. R., Zagidullin L. R., Fayzullina T. A. Cow evaluation and selection by udder quality during robotic milking. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2024;(1(231)):64–69. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2024-231-1-64-69>
5. Saleh A. A., Easa A. A., El-Hedainy D. K., Rashad A. M. A. Prediction of some milk production traits using udder and teat measurements with a spotlight on their genetic background in Friesian cows. *Scientific Reports*. 2023;13(1):16193. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-43398-y>
6. Zhang X., Niu K., Wang W., Shaukat A., Zhao X., Yao Z., Liang A., Yang L. Relationships between body- and udder-related type traits with somatic cell counts and potential use for an early selection method for water buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Journal of Animal Science*. 2023;101:skad238. DOI: <https://doi.org/10.1093/jas/skad238>
7. Gorelik O. V., Sanova Z. S., Fedoseeva N. A., Kamalov R. A., Soynova O. L. Effect of total assessment of exterior peculiarities of cows mütter on their productivity. *Agrarny vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019;(1(180)):10–15. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.32417/article_5ca4dc03b2e452.55895172
8. Van der Heide E. M. M., Veerkamp R. F., van Pelt M. L., Kamphuis C., Ducro B. J. Predicting survival in dairy cattle by combining genomic breeding values and phenotypic information. *Journal of Dairy Science*. 2020;103(1):556–571. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16626>
9. Zavadilová L., Němcová E., Stípková M. Effect of type traits on functional longevity of Czech Holstein cows estimated from a Cox proportional hazards model. *Journal of Dairy Science*. 2011;94(8):4090–4099. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3684>
10. Gadzhiev A. M., Usachev V. V. Increase in milk productivity and quality at machine cows milking. *Zootekhniya = Zootechniya*. 2019;(11):24–26. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25708/ZT.2019.84.11.007>
11. Romanova E. A., Tulinova O. V., Pozovnikova M. V., Vasileva E. N., Petrova A. V., Leybova V. B. Relationship between exterior features with milk component composition of ayrshire cows. *Vestnik rossiyской selskokhozyaystvennoy nauki = Vestnik of the Russian agricultural science*. 2023;(2):71–77. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/2/71-77>
12. Romanova E. A., Tulinova O. V. Selection and genetic indicators of linear exterior assessment of black-and-white cows. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Journal of Dairy and Beef Cattle Farming*. 2025;(1):29–31. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33943/MMS.2025.70.54.005>
13. Bhutto A. L., Murray R. D., Woldehiwet Z. Udder shape and teat-end lesions as potential risk factors for high somatic cell counts and intra-mammary infections in dairy cows. *The Veterinary Journal*. 2010;183(1):63–67. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.08.024>
14. Sharma A., Sharma S., Singh N., Sharma V., Pal R. S. Impact of udder and teat morphometry on udder health in Tharparkar cows under climatic condition of hot arid region of Thar Desert. *Tropical Animal Health and Production*. 2016;48(8):1647–1652. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1138-y>
15. Singh R. S., Bansal B. K., Gupta D. K. Udder health in relation to udder and teat morphometry in Holstein Friesian × Sahiwal crossbred dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*. 2014;46(1):93–98. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0454-8>

16. Konte A. F., Ermilov A. N., Yanchukov I. N., Sermyagin A. A. The genetic relationship parameters between the exterior defects and the linear type of Russian black-and-white cows improved by holstein breed. *Genetika i razvedenie zhivotnikh* = Genetics and breeding of animals. 2018;(3):32–38. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2018-3-32-38>

17. Shishkina T. V., Nikishova N. V. Morphological and functional traits and main disadvantages of the udder in cows of black-and-white breed. *Glavnyy zootekhnik* = Head of Animal Breeding. 2022;(5(226)):32–42. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.33920/sel-03-2205-04>

Сведения об авторах

Тулинова Ольга Васильевна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории популяционной генетики и разведения животных, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста» (ВНИИГРЖ), Московское шоссе, д. 55а, г. Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Российская Федерация, 196625, e-mail: spbvniigen@mail.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5704-4420>

✉ **Романова Елена Анатольевна**, научный сотрудник лаборатории популяционной генетики и разведения животных, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста» (ВНИИГРЖ), Московское шоссе, д. 55а, г. Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Российская Федерация, 196625, e-mail: spbvniigen@mail.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4225-5533>, e-mail: splicing86@gmail.com

Березина Валентина Викторовна, главный зоотехник отдела воспроизводства и сервисного обслуживания, АО «Кировплем», ул. Земская, д. 38, п. Захарищевы, г. Киров, Кировская обл., Российская Федерация, 610051, e-mail: kirovplem@yandex.ru

Токарев Александр Ильич, аспирант лаборатории популяционной генетики и разведения животных, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста» (ВНИИГРЖ), Московское шоссе, д. 55а, г. Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Российская Федерация, 196625, e-mail: spbvniigen@mail.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0003-2384-7001>

Сермягин Александр Александрович, кандидат с.-х. наук, директор, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста» (ВНИИГРЖ), Московское шоссе, д. 55а, г. Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Российская Федерация, 196625, e-mail: spbvniigen@mail.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1799-6014>

Information about the authors

Olga V. Tulinova, PhD in Agricultural Science, leading researcher, the Laboratory of Population Genetics and Animal Breeding, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Moskovskoe Shosse, 55a, St. Petersburg, Tyarlevo, Russian Federation, 196625, e-mail: spbvniigen@mail.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0005-5704-4420>

✉ **Elena A. Romanova**, researcher, the Laboratory of Population Genetics and Animal Breeding, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Moskovskoe shosse, 55a, St. Petersburg, Tyarlevo, Russian Federation, 196625, e-mail: spbvniigen@mail.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4225-5533>, e-mail: splicing86@gmail.com

Valentina V. Berezina, chief zootechnician, the Department of Reproduction and Service, Kirov Join Stock Company for breeding work (“Kirovplem”), Zemskaya st., 38, Zakharishevyy village, Kirov, Kirov region, Russian Federation, 610051, e-mail: kirovplem@yandex.ru

Alexander I. Tokarev, postgraduate student, the Laboratory of Population Genetics and Animal Breeding, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Moskovskoe shosse, 55a, St. Petersburg, Tyarlevo, Russian Federation, 196625, e-mail: spbvniigen@mail.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0003-2384-7001>

Alexander A. Sermyagin, PhD in Agricultural Science, Director, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Moskovskoe shosse, 55a, St. Petersburg, Tyarlevo, Russian Federation, 196625, e-mail: spbvniigen@mail.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1799-6014>

✉ – Для контактов / Corresponding author