

Научная статья/Research article

УДК 636.2.082

DOI: 10.36718/1819-4036-2026-4-148-161

Александр Федорович Контэ^{1✉}, Игорь Сергеевич Недашковский²,
Лариса Павловна Игнатьева³, Александр Александрович Сермягин⁴

^{1,2,3}ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, Московская область, Россия

⁴Всероссийский НИИ генетики и разведения сельскохозяйственных животных, филиал ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, Пушкин, Санкт-Петербург, Россия

¹alexandrconte@ya.ru

²nedashkovsky_is@mail.ru

³ignatieva-lp@mail.ru

⁴alex_sermyagin85@mail.ru

ПАРАМЕТРЫ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ И ВЗАИМОСВЯЗИ НЕДОСТАТКОВ И ПРИЗНАКОВ ЭКСТЕРЬЕРА КОРОВ МОЛОЧНОЙ ПОРОДЫ

Цель исследований – определение параметров генетической изменчивости и взаимосвязи недостатков и признаков экстерьера коров красно-пестрой породы. Объем выборки – 1 343 голов дочерей 40 племенных быков-производителей красно-пестрого скота, из которых на каждого в среднем приходится 33 дочери из 10 предприятий Воронежской области. Вычислительный алгоритм был реализован с применением специализированного программного обеспечения: REMLF90, BLUPF90. Генотипические и паратипические корреляции базируются на применении смешанной многопризнаковой модели. К основным недостаткам относятся провислая спина, слабые бабки, вложенный корень хвоста, дополнительные соски. Встречаемость данных недостатков колеблется в пределах 9–16,5 %. Анализ коэффициентов наследуемости (h^2) признаков экстерьера показал следующее: по системе «Б» – общая оценка ($h^2 = 0,07$) и общий вид ($h^2 = 0,09$). Остальные признаки системы «Б» также характеризуются низкой наследуемостью. По системе «А» – прикрепление передних долей вымени ($h^2 = 0,21$) и длина передних долей ($h^2 = 0,29$), высота прикрепления задних долей ($h^2 = 0,43$) и ширина задних долей ($h^2 = 0,33$). Относительно конечностей – угол копыта ($h^2 = 0,04$) и постановка задних ног ($h^2 = 0,08$). Провислая спина характеризуется сильными положительными корреляциями с глубиной туловища (0,48), крепостью телосложения (0,49) и длиной крестца (0,41). Крышеобразный крестец имеет отрицательные связи с ростом (–0,44) и крепостью телосложения (–0,58), шилозадый крестец – с глубиной туловища (–0,59) и ростом (–0,58), а также положительную связь с положением таза (0,63). Высокая холка коррелирует с глубиной туловища (0,58) и выраженностью молочных форм (0,67). Провислая спина характеризуется сильными положительными корреляциями с глубиной туловища (0,48), крепостью телосложения (0,49) и длиной крестца (0,41). Для практического применения в хозяйствах предлагается система контроля качества поголовья, включающая регулярную линейную оценку всего племенного состава, мониторинг частоты встречаемости основных недостатков экстерьера и учет генетических корреляций при планировании селекционных мероприятий. Особое внимание следует уделять селекции против недостатков с высокой наследуемостью, таких как сближенность в скакательных суставах ($h^2 = 0,35$) и мелкая задняя стенка копыта ($h^2 = 0,73$).

Ключевые слова: экстерьер, недостатки экстерьера, красно-пестрая порода, наследуемость, корреляция

Для цитирования: Контэ А.Ф., Недашковский И.С., Игнатьева Л.П., и др. Параметры генетической изменчивости и взаимосвязи недостатков и признаков экстерьера коров молочной породы // Вестник КрасГАУ. 2026. № 4. С. 148–161. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-4-148-161.

Финансирование: исследования выполнены в рамках госзадания №124020200029-4 (FGGN-2024-0013).

Alexander Fedorovich Konte^{1✉}, Igor Sergeyevich Nedashkovsky², Larisa Pavlovna Ignatyeva³, Alexander Aleksandrovich Sermyagin⁴

^{1,2,3}L.K. Ernst FRC for Life Sciences, Dubrovitsy, Moscow Region, Russia

⁴All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Agricultural Animals, branch of the FRC of Animal Husbandry – All-Russian Research Institute of Animal Husbandry named after L.K. Ernst, Pushkin, St. Petersburg, Russia

¹alexandrconte@ya.ru

²nedashkovsky_is@mail.ru

³ignatieva-lp@mail.ru

⁴alex_sermyagin85@mail.ru

PARAMETERS OF GENETIC VARIABILITY AND INTERRELATION BETWEEN DEFECTS AND EXTERIOR TRAITS OF DAIRY COWS

The objective of the study is to determine the parameters of genetic variability and the relationship between defects and exterior traits in Red-and-White cows. The sample size was 1,343 daughters of 40 Red-and-White breeding bulls, with an average of 33 daughters per bull, from 10 farms in the Voronezh Region. The computational algorithm was implemented using specialized software: REMLF90, BLUPF90. Genotypic and paratypic correlations are based on the use of a mixed multi-trait model. The main defects include a sway back, weak pasterns, set-in tail root, and extra teats. The incidence of these defects ranges from 9 % to 16.5 %. Analysis of the heritability coefficients (h^2) of exterior traits showed the following: according to system "B" - overall score ($h^2 = 0.07$) and general appearance ($h^2 = 0.09$). The remaining traits of system "B" are also characterized by low heritability. According to the "A" system – the attachment of the front lobes of the udder ($h^2 = 0.21$) and the length of the front lobes ($h^2 = 0.29$), the height of the attachment of the hind lobes ($h^2 = 0.43$) and the width of the hind lobes ($h^2 = 0.33$). In relation to the limbs – the hoof angle ($h^2 = 0.04$) and the stance of the hind legs ($h^2 = 0.08$). A sagging back is characterized by strong positive correlations with the depth of the body (0.48), the strength of the constitution (0.49) and the length of the sacrum (0.41). A roof-shaped sacrum has negative correlations with height (–0.44) and soundness of constitution (–0.58), a stylous sacrum – with body depth (–0.59) and height (–0.58), and a positive correlation with pelvic position (0.63). High withers correlate with body depth (0.58) and the expression of milk forms (0.67). A swayback is characterized by strong positive correlations with body depth (0.48), soundness of constitution (0.49), and sacrum length (0.41). For practical application on farms, a system of live-stock quality control is proposed, including regular linear assessment of the entire breeding stock, monitoring the frequency of occurrence of the main conformation faults, and taking into account genetic correlations when planning breeding activities. Particular attention should be paid to selection against highly heritable faults, such as close hocks ($h^2 = 0.35$) and shallow back hoof walls ($h^2 = 0.73$).

Keywords: exterior, exterior defects, Red-and-White breed, heritability, correlation

For citation: Conte AF, Nedashkovsky IS, Ignatieva LP, et al. Parameters of genetic variability and interrelation between defects and exterior traits of dairy cows. *Bulletin of KSAU*. 2026;(4):148-161. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-4-148-161.

Funding: research was conducted under state contract № 124020200029-4 (FGGN-2024-0013).

Введение. Красно-пестрая порода крупного рогатого скота является результатом продолжительной селекционной работы, которая длилась на протяжении 25 лет. В 1998 г. порода получила официальное признание и была включена в государственный реестр селекционных достижений, что подтвердило ее высокую продуктивность и соответствие требованиям современного животноводства. Эта порода представляет собой наиболее перспективное достижение в

области молочного скотоводства, являясь результатом сложного воспроизводительного скрещивания симментальской и голштинской пород красно-пестрой масти. Особи данной породы демонстрируют выдающиеся производственные качества, включая повышенную молочную продуктивность, отличную адаптивность к различным условиям содержания и высокую резистентность к инфекционным заболеваниям. Животные характеризуются превосходными

экстерьерными показателями. Они обладают крепким костяком, широкой грудной клеткой и гармоничным телосложением. Высота в холке составляет 138–144 см, при этом живая масса полновозрастных коров достигает 600–650 кг, а быков – 900–1000 кг. Конечности у животных крепкие, с хорошо развитыми скакательными суставами, а брюхо имеет правильное строение – оно длинное, глубокое и без отвисания. Ребра характеризуются выраженным изгибом и косым расположением. Молочная продуктивность породы находится на высоком уровне. Вымя преимущественно имеет ваннообразную или чашеобразную форму с плотным прикреплением передних долей. Скорость молокоотдачи достигает 1,9–2,2 кг в минуту, что является отличным показателем для молочного скота. Продолжительность хозяйственного использования животных составляет до 3,5 лактаций, что делает их экономически выгодными для молочного производства [1].

В ходе исследований, направленных на оценку формирования продуктивных качеств молодняка красно-пестрой породы при различных режимах кормления, были получены значимые результаты. Установлено, что интенсификация энергетического питания в период активного роста и развития животных оказывает существенное влияние на морфологические показатели организма. Наблюдается значительное улучшение следующих параметров: промеров в маклоках и седалищных буграх, ширины, глубины и обхвата груди у животных. Полученные результаты свидетельствуют, что повышение энергетической ценности рациона в раннем онтогенезе создает благоприятные предпосылки для формирования гармоничного телосложения [2].

При изучении экстерьерных особенностей коров красно-пестрой породы, содержащихся в условиях различных режимов кормления сельскохозяйственных предприятий ЗАО «Назаровское» и АО «Подсосенское», были выявлены существенные фенотипические различия между исследуемыми группами животных. Сравнительный анализ показал, что животные, получающие рацион повышенной энергетической ценности, демонстрируют более выраженные показатели гармоничности телосложения. Данные животные характеризуются лучшей сбитостью и растянутостью корпуса, существенно превосходя своих сверстниц из хозяйства со сред-

нестатистическим уровнем кормления по показателям молочной продуктивности. По критериям производственной типизации эти животные были отнесены к категории обильномолочного типа. Примечательно, что среди поголовья, получающего среднеинтенсивный рацион (93,3 % выборки), преобладали представители двух производственных направлений: молочного и молочно-мясного типов. Животные молочного направления демонстрировали превосходство по следующим параметрам: величина удоя, процентное содержание молочного белка, показатели производственной типичности, коэффициенты молочности. Морфологическая оценка выявила незначительные различия в экстерьерных показателях между животными обоих типов, за исключением следующих параметров: ширина в маклоках, обхват грудной клетки и тазогрудной индекс. Корреляционный анализ взаимосвязи между экстерьерными характеристиками и показателями молочной продуктивности выявил преимущественно слабую положительную корреляцию с величиной удоя по большинству исследуемых признаков. При этом установлена высокодостоверная взаимосвязь между показателями производственной типизации и уровнем молочной продуктивности у животных обеих исследуемых групп [3]. В молочном стаде ЗАО «Назаровское» были выявлены существенные закономерности, отражающие взаимосвязь между конституциональными особенностями животных и их продуктивными показателями. Максимальные показатели молочной продуктивности зафиксированы у коров, отнесенных к категории «Хороший» по типу телосложения. Данные животные продемонстрировали следующие производственные показатели: удой – 6415,8 кг, массовая доля жира – 4,02 %, массовая доля белка – 3,14 %. Сравнительный анализ с животными категории «Отличный» и «Хороший+» выявил следующие различия: по величине удоя – отставание на 31,4 и 132,8 кг соответственно, по содержанию жира – превосходство на 0,15 и 0,17 %, по содержанию белка – преимущество в 0,19 и 0,15 %. Корреляционное исследование позволило установить значимые взаимосвязи между экстерьерными признаками и уровнем молочной продуктивности. У животных категории «Хороший» были выявлены следующие коэффициенты корреляции: между удоём и оценкой высоты в крестце (система А) – 0,72; корреляция удоя с шириной

зада в седалищных буграх (система А) – 0,84; взаимосвязь между удоем и расположением передних сосков (система А) – 0,93; корреляция удоя с группой признаков, характеризующих вымя (система Б) – 0,84 [4]. В процессе анализа данных были проанализированы корреляционные взаимосвязи между экстерьерными признаками и уровнем молочной продуктивности у коров красно-пестрой породы. Выявлены различные степени влияния экстерьерных признаков на молочную продуктивность. Наиболее существенной оказалась взаимосвязь между шириной зада в маклоках и величиной удоя, при этом корреляционный показатель достиг уровня значимости $P > 0,999$, что свидетельствует о средней силе связи между этими признаками. Слабые корреляционные связи были установлены для следующих пар признаков: обхват пясти – удои ($P > 0,95$), индекс костистости – удои ($P > 0,95$), тазогрудной индекс – удои ($P > 0,95$). Проведенное исследование также позволило установить важную закономерность в области селекционной работы. Было доказано, что система подбора родительских пар при разведении оказывает существенное влияние на формирование как экстерьерных особенностей, так и молочной продуктивности потомства. При этом особое значение имеет учет следующих факторов: уровень молочной продуктивности предков по материнской линии, генетический потенциал животных по величине удоя и разница в генетических показателях между родительскими особями [5].

В результате исследований, проведенных на базе ОАО «ПЗ Красный маяк», расположенного в Канском районе Красноярского края, были детально изучены конституциональные особенности различных фенотипических групп животных. Морфологическая характеристика выявила характерные особенности представителей разных типов телосложения. Особи эйрисомного типа отличаются следующими признаками: выраженная широкотелость, относительно короткие конечности, повышенные показатели индексов костистости, улучшенные показатели индекса сбитости, высокие значения грудного индекса. Животные лептосомного типа демонстрируют противоположные характеристики: увеличенная высота в холке, узкотелость, выраженная растянутость телосложения. Статистический анализ основных промеров экстерьера показал достоверные различия ($P < 0,05$) между

фенотипическими признаками, которые проявились у лептосомных особей по следующим параметрам: высота в холке, высота в крестце, глубина грудной клетки, обхват груди и обхват пясти. Детальное сравнение экстерьерно-конституциональных особенностей позволило выявить специфические особенности разных групп животных. У представителей лептосомного типа отмечены следующие отличительные черты: угловатость форм телосложения, заметная извитость подкожных вен, выпуклость вен на вымени и брюшной стенке, повышенная плотность кожного покрова и утонченность кожи в области ребер и вымени. Примечательно, что особи мезосомного и эйрисомного типов не демонстрируют вышеуказанных особенностей экстерьера, что свидетельствует о существенных различиях в телосложении животных разных фенотипических групп [6]. При проведении комплексной линейной оценки животных по системе А был осуществлен детальный анализ экстерьерных характеристик стада. Анализ данных показал, что большинство оцениваемых признаков характеризуется средними показателями в диапазоне 4,5–6,5 баллов. Особого внимания заслуживают результаты оценки животных плотного лептосомного типа телосложения, которые продемонстрировали статистически значимые преимущества над представительницами других фенотипических групп по ряду важных показателей. Превосходство особей лептосомного типа проявилось в следующих характеристиках: показатели роста – преимущество составило от 0,5 до 1,9 балла, параметры передних долей вымени – превосходство варьировалось в пределах 0,5–2,6 балла, характеристики ширины задних долей вымени – преимущество достигало 0,6–2,1 балла [7].

На основе результатов проведения комплексной зоотехнической оценки коров красно-пестрой породы были проанализированы результаты линейной оценки животных при различных режимах кормления. Сравнительный анализ показателей двух групп животных выявил существенное влияние уровня кормления на качественные показатели поголовья. Экспериментальная группа, получавшая усиленное питание, продемонстрировала значительное превосходство над контрольной группой по всем оцениваемым параметрам: оценка объема туловища: 73,5 балла (опытная) против 68,7 балла (контрольная); показатели молочных призна-

ков: 71,4 против 67,5 балла; характеристики конечностей: 67,8 против 66,4 балла; оценка вымени: 87,1 против 84,1 балла; общий экстерьерный вид: 74,9 против 71,7 балла и итоговая комплексная оценка: 78,0 против 74,9 балла. Количественный анализ недостатков выявил наиболее распространенные недостатки в структуре поголовья: перехват за лопатками – 13,4 %, слабые бабки ног – 23,1 %, мелкая задняя стенка копыт – 21,0 %, наличие дополнительных сосков – 14,2 %. Влияние усиленного кормления на качественные показатели животных проявилось в следующих улучшениях: увеличение объема туловища на 4,8 балла; усиление выраженности молочных форм на 3,9 балла; улучшение характеристик вымени на 3 балла и повышение общей экстерьерной оценки на 3,3 балла [8].

В ходе исследований на базе ФГУП «1 Мая» Республики Мордовия были получены значимые данные о фенотипических характеристиках поголовья крупного рогатого скота. Анализ линейной оценки экстерьера продемонстрировал высокую однородность стада с минимальной вариабельностью показателей. Конституциональные особенности животных свидетельствуют об их принадлежности к молочному типу телосложения. При создании оптимальных условий кормления и содержания появляется возможность целенаправленной селекционной работы, направленной на совершенствование важнейших продуктивных признаков, таких как: увеличение ширины таза, укрепление конституции животных, повышение эффективности реализации генетического потенциала. Морфологическая характеристика молочной железы показала преобладание следующих форм вымени: чашеобразное вымя – 54,2–66,6 %, ваннообразное вымя – 23,3–38,8%. Качественные показатели вымени характеризуются следующими признаками: плотное прикрепление к туловищу, выраженная венозная сеть, тонкая эластичная кожная оболочка, отсутствие выраженной дольчатости, преимущественно горизонтальное расположение дна вымени. Корреляционный анализ выявил прямую зависимость между экстерьерными показателями и уровнем молочной продуктивности: животные с более высокими удоями демонстрировали лучшие характеристики признаков экстерьера. Анализ позволил определить наиболее распространенные недостатки в структуре поголовья: перехват за лопат-

ками – 13,4 %, слабые бабки ног – 23,1 %, мелкая задняя стенка копыт – 21 % [10].

На базе ООО ГУП РМ «Плодовоягодный питомник», расположенного в Краснослободском районе Республики Мордовия, была осуществлен детальный фенотипический анализ поголовья крупного рогатого скота. Он позволил выделить три основных конституциональных группы животных: плотный лептосомный тип, плотный мезосомный тип и плотный эйрисомный тип. Установлено, что из 428 исследованных животных 64,7 % составляют представители эйрисомного типа, которые демонстрируют превосходство над лептосомными животными по следующим параметрам: превышение по высоте в холке – 3,98 см, преимущество по глубине груди – 3,33 см, превосходство по ширине груди – 8,25 см, увеличение обхвата груди – 5,5 см, прирост по кривой длине туловища – 5,37 см ($P \geq 0,999$). Промежуточное положение в типологической градации занимают особи мезосомного типа. Эйрисомные животные характеризуются выраженной широкотелостью и демонстрируют значительные преимущества по следующим индексам: грудной индекс – 5,5–9,2 % ($P \geq 0,999$), тазогрудной индекс – 7,2–13,1 % ($P \geq 0,999$). При этом следует отметить некоторое отставание по индексу длинноногости (0,6–0,9 %). Корреляционный анализ выявил положительную взаимосвязь между уровнем молочной продуктивности и основными параметрами тела. Наиболее значимые корреляционные связи наблюдаются у животных лептосомного типа: с глубиной груди ($r = 0,425$), обхватом груди ($r = 0,642$), шириной в маклоках ($r = 0,392$). У представителей эйрисомного типа данные связи проявляются в меньшей степени: с глубиной туловища ($r = 0,242$), обхватом груди ($r = 0,292$), шириной в маклоках ($r = 0,297$) [11].

Исследования на базе молочного комплекса ООО «Агросоюз», расположенного в Рузаевском районе Республики Мордовия, при детальном анализе помесного поголовья, полученного при скрещивании симментальской и красно-пестрой голштинской пород, выявили ряд наиболее распространенных недостатков в структуре стада: слабые бабки – в диапазоне 7,3–14,6 %, ноги сужены в скакательных суставах – 14,6 %, мелкая стенка копыт – 14,6 %, наличие дополнительных сосков – 7,3–14,6 %. Анализ данных показал равномерное распределение экстерьерных недостатков среди помесных живот-

ных. При этом особое внимание акцентировано на высокую частоту встречаемости недостатков, связанных с анатомическим строением копытного рога и молочной железы. Установлена взаимосвязь между показателями молочной продуктивности и основными промерами тела животных. Выявленные коэффициенты корреляции между продуктивностью и следующими параметрами находятся в следующих пределах: рост животных, глубина туловища, длина крестца и объем туловища – в диапазоне умеренной взаимосвязи, демонстрируемой значениями в интервале от 0,179 до 0,423, что указывает на наличие определенной зависимости между продуктивными и экстерьерными показателями животных [12].

В наших последних исследованиях использование смешанной модели позволило нам получить более точную и комплексную картину генетических механизмов, влияющих на телосложение коров, что критически важно для эффективного управления популяциями и повышения их продуктивности [13].

Исходя из вышеизложенного стоит отметить, что вопросами экстерьера коров красно-пестрой породы занимались незначительное количество исследователей, а параметры генетической изменчивости и взаимосвязи недостатков и признаков экстерьера коров этой породы и вовсе не изучались ранее, что подчеркивает новизну наших исследований и их актуальность.

Цель исследований – определение параметров генетической изменчивости и взаимосвязи недостатков и признаков экстерьера коров красно-пестрой породы.

Задачи: определить встречаемость недостатков экстерьера у коров красно-пестрой породы; изучить генетическую обусловленность основных недостатков экстерьера коров красно-пестрой породы путем определения коэффициентов наследуемости (h^2); провести комплексный анализ взаимосвязей между различными признаками экстерьера и их недостатками с помощью расчета генетических корреляций.

Объекты и методы. Статистическая выборка сформирована нами на основе детального анализа популяционных данных, включающих фенотипическую характеристику по 1343 головам красно-пестрого скота Воронежской области (АО «Южное», ЗАО «Агрофирма Павловская нива», ЗАО «Родина», ООО «Агротех-Гарант» Нацкеино, ООО «Берег», ООО «Большевик»,

ООО «Восток-Агро», ООО «СХП «Новомарковское», СХА (колхоз) племзавод «Дружба», СХА «Рассвет»). В исследовании использовались данные коров-первотелок красно-пестрой породы. Оценка типа телосложения проведена в среднем на 94-й день после отела.

Генетическое разнообразие исследуемой популяции детерминировано участием 40 племенных быков-производителей, на каждого из которых в среднем приходится 33 дочери. Быки представлены следующими линиями: Вис Бэк Айдиал 1013415 – 11 гол., Рефлекшн Соверинг 198998 – 13 гол., Монтвик Чифтейн 95679 – 6 гол., Романдейл Шайлимар 265607 – 2 гол., Силинг Трайджун Рокит 252803 – 2 гол., прочие линии – 6 гол.

Исследование телосложения животных осуществлялось с применением стандартизированной методологии оценки линейных показателей экстерьера.

В рамках проведения комплексного фенотипического анализа популяционной выборки крупного рогатого скота был осуществлен мониторинг вариабельности экстерьерных недостатков животных. Методология исследования базировалась на применении количественной оценки индивидуальных характеристик животных, что позволило сформировать репрезентативную базу данных, отражающую онтогенетическое развитие популяции по исследуемым параметрам. Статистический анализ выявленных недостатков экстерьера осуществлялся с применением бинарной системы кодирования, где качественные характеристики (альтернативные признаки) демонстрировали биномиальное распределение в исследуемой выборке из животных красно-пестрой породы первого отела 10 хозяйств Воронежской области, имеющих линейную оценку экстерьера. В ходе обработки полученных данных была внедрена система дихотомической классификации, согласно которой особи с идентифицированными недостатками и пороками телосложения маркировались значением «-1», тогда как животные с эталонными показателями получали индекс «1».

Данный подход к систематизации материала обеспечил возможность проведения многофакторного статистического анализа и выявления закономерностей в распределении недостатков экстерьера в исследуемой популяции.

В процессе статистической обработки эмпирических данных была реализована многофак-

торная математическая модель для оценки генетической изменчивости фенотипических показателей экстерьера животных. Методологической основой исследования послужил метод ограниченного максимального правдоподобия (Restricted Maximum Likelihood, REML), обеспечивающий высокую точность оценок ковариационных компонент в условиях ограниченной выборки. Вычислительный алгоритм был реали-

зован с применением специализированного программного обеспечения: REMLF90, BLUPF90. Математическая формализация процесса оценки генетических параметров осуществлялась на основе следующей многофакторной модели, учитывающей влияние как генетических, так и паратипических факторов на проявление изучаемых признаков экстерьера:

$$Y_{ijk} = \mu + HYS_i + b_1A_k + b_2DL_k + Sire_j + e_{ijk}, \quad (1)$$

где Y_{ijk} – интегральный показатель количественной оценки линейных параметров или дефектов экстерьерного профиля у k -й особи в популяции коров-первотелок; μ – базисная константа популяции, отражающая среднее арифметическое значение исследуемого признака в генеральной совокупности; HYS_i – композитный фиксированный эффект i -го кластера «стадо-год-сезон» отела, учитывающий совокупное влияние экологических и технологических факторов на формирование фенотипа; b_1, b_2 – регрессионные коэффициенты линейной зависимости, характеризующие силу влияния соответствующих предикторов на целевой показатель; A_k – возрастная характеристика первой лактации k -й первотелки, выступающая значимым предиктором формирования экстерьерных признаков; DL_k – лактационный период k -й особи на момент проведения фенотипической оценки, отражающий физиологический статус животного; $Sire_j$ – сто-

хастический эффект j -го быка-производителя (где $j \in [1;709]$), учитывающий генетический вклад отцовского компонента в формирование признаков потомства; e_{ijk} – стохастическая компонента, аккумулирующая влияние неучтенных в модели факторов и случайных погрешностей измерения.

В рамках многомерного статистического анализа была реализована комплексная методика оценки генотипических и паратипических корреляций, базирующаяся на применении смешанной многопризнаковой модели (Multiple-traits model). Данная методология позволила осуществить одновременный анализ всех коррелируемых фенотипических показателей в их взаимной взаимосвязи.

Математическая формализация процесса оценки представлена следующим уравнением:

$$\left(\text{Var} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_t \end{bmatrix} \right)^{-1} = G_0^{-1} \otimes A^{-1} = \begin{bmatrix} g^{11}A^{-1} & \dots & g^{1t}A^{-1} \\ \dots & \ddots & \dots \\ g^{t1}A^{-1} & \dots & g^{tt}A^{-1} \end{bmatrix}, \text{ где } G_0^{-1} = \begin{bmatrix} g^{11} & \dots & g^{1t} \\ \dots & \ddots & \dots \\ g^{t1} & \dots & g^{tt} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где a_{11}, a_{12}, a_{tt} – вектор признаков, представляющий собой количественные показатели первого, второго и t -го фенотипических характеристик соответственно; G_0 – ковариационная матрица, отражающая статистические взаимосвязи между всеми анализируемыми признаками в исследуемой популяции; A – аддитивная матрица родства, характеризующая генетическое сходство между особями популяции на основе их генеалогической связи; g^{ii} – диагональный блок матрицы, соответствующий i -му признаку и отражающий его генетическую дисперсию; g^{ij} – недиагональные блоки матрицы, описывающие ковариационные связи между i -м и j -м призна-

ками, что позволяет оценить степень их генетической корреляции.

В ходе реализации многопараметрического анализа была проведена комплексная оценка изменчивости исследуемых фенотипических признаков на основе полученных вариационных компонент.

Результаты и их обсуждение. В ходе анализа встречаемости недостатков экстерьера можно выделить следующее – есть проблемы, касающиеся недостатков экстерьера, требующие более пристального внимания при селекционно-племенной работе (табл. 1).

Встречаемость недостатков экстерьера у коров красно-пестрой породы
Prevalence of exterior defects in Red-and-White dairy cows

Показатель	Число случаев	Встречаемость, %
Горбатая спина	25	2,32
Слабые бабки	123	11,40
Провислая спина	178	16,50
Приподнятый корень хвоста	92	8,53
Передние соски расположены не вертикально	39	3,61
Дополнительные соски	98	9,08
Толстые соски	7	0,65
Сближенность в скакательных суставах и иксообразность	2	0,19
Грубый корень хвоста	3	0,28
Крышеобразный крестец	26	2,41
Шилозадый крестец	67	6,21
Соски сближены сзади	84	7,78
Асимметрия долей вымени	76	7,04
Вложенный корень хвоста	108	10,01
Наклонное дно вымени	36	3,34
Задние соски вымени расположены наклонно	12	1,11
Провислая поясница	44	4,08
Вымя сильно разделено на четверти с боков	6	0,56
Задние доли расположены наклонно	6	0,56
Мелкая задняя стенка копыта	5	0,46
Крыловидность лопатки	1	0,09
Слабо развитые передние доли вымени	3	0,28
Узкая спина	2	0,19
Сближенность в запястных суставах	3	0,28
Вымя малого объема	6	0,56
Соски неудовлетворительной формы	1	0,09
Тяжелая голова	5	0,46
Широкая межкопытная щель	1	0,09
Крышеобразная поясница	4	0,37
Узкие длинные копыта	3	0,28
Высокая холка	3	0,28
Короткий крестец	1	0,09
Перехват за лопатками	3	0,28
Мясистое вымя	2	0,19
Раздвоенная широкая холка	1	0,09
Слабо выражен тип породы	2	0,19
Телосложение непропорциональное	1	0,09

К показателям, заслуживающим особое внимание, относятся провислая спина, слабые бабки, вложенный корень хвоста, дополнительные соски. Встречаемость данных недостатков колеблется в пределах 9–16,5 %. Так, провислая спина (16,5 %) является наиболее распространенным и серьезным недостатком, который может существенно влиять на подвижность живот-

ных и, возможно, на их репродуктивные качества и здоровье [14]. В этом случае данный показатель требует особого внимания при селекционной работе. Слабые бабки (11,4 %) могут приводить к различным заболеваниям опорно-двигательного аппарата [15]. Вложенный корень хвоста (10,01 %) указывает на слабость крестцовой области и может вызывать проблемы с

воспроизводством [16]. Дополнительные соски (9,08 %) создают сложности при машинном доении и могут служить источником инфекции [17].

Не менее значимыми недостатками являются: сближенные сзади соски (7,78 %), они затрудняют процесс машинного доения и соблюдение гигиенических норм при работе с выменем, а также асимметрия долей вымени (7,04 %), которая негативно влияет на эффективность молокоотдачи и, как следствие, может снижать продуктивность животных.

К недостаткам с умеренной встречаемостью можно отнести крышеобразный крестец (2,41 %),

горбатая спина (2,32 %) и наклонное дно вымени (3,34 %).

Большинство же остальных недостатков встречаются с частотой менее 1 %, что в целом говорит о хорошем уровне селекционной работы в направлении встречаемости этих недостатков.

Немаловажным элементом исследований является и знание характера наследуемости признаков и недостатков экстерьера коров красно-пестрой породы (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициент наследуемости признаков экстерьера коров красно-пестрой породы (h^2)
Heritability coefficients for exterior traits in Red-and-White breed cows (h^2)

Признак	h^2
Система «А»	
Рост	0,20
Глубина туловища	0,08
Крепость телосложения	0,04
Молочные формы	0,19
Длина крестца	0,05
Положение таза	0,03
Ширина таза	0,03
Обмускуленность	0,15
Постановка задних ног (вид сбоку)	0,08
Угол копыта	0,04
Прикрепление передних долей вымени	0,21
Длина передних долей вымени	0,29
Высота прикрепления задних долей вымени	0,43
Ширина задних долей вымени	0,33
Борозда вымени	0,28
Положение дна вымени	0,15
Расположение передних сосков	0,14
Длина сосков	0,21
Система «Б»	
Общая оценка	0,07
Объем туловища	0,08
Ноги и копыта	0,07
Выраженность молочных признаков	0,05
Вымя	0,09
Общий вид	0,09

Проведенный анализ коэффициентов наследуемости (h^2) признаков экстерьера коров красно-пестрой породы показал следующее: по системе «Б» оценки экстерьера признаки общая оценка ($h^2 = 0,07$) и общий вид ($h^2 = 0,09$) демонстрируют крайне низкую степень наследуе-

мости, что может указывать на значительное влияние факторов среды на формирование этих показателей. Остальные признаки системы «Б» также характеризуются низкой наследуемостью, однако несмотря на это при селекции им также необходимо уделять особое внимание.

Что касается оценки системы «А», то прикрепление передних долей вымени ($h^2 = 0,21$) и длина передних долей ($h^2 = 0,29$) демонстрируют достаточно умеренную степень наследуемости. Высота прикрепления задних долей ($h^2 = 0,43$) и ширина задних долей ($h^2 = 0,33$) характеризуются высо-

кой наследуемостью, что делает эти признаки приоритетными при селекции. Относительно же признаков касающихся конечностей, то угол копыта ($h^2 = 0,04$) и постановка задних ног ($h^2 = 0,08$) также демонстрируют низкую степень наследуемости.

Таблица 3

Коэффициент наследуемости недостатков экстерьера коров красно-пестрой породы (h^2)
Heritability coefficients for exterior defects in Red-and-White breed cows (h^2)

Недостаток	h^2
Горбатая спина	0,04
Провислая спина	0,13
Приподнятый корень хвоста	0,08
Грубый корень хвоста	0,14
Крышеобразный крестец	0,03
Шилозадый крестец	0,24
Вложенный корень хвоста	0,07
Провислая поясница	0,11
Крыловидность лопатки	0,04
Узкая спина	0,03
Тяжелая голова	0,06
Крышеобразная поясница	0,01
Высокая холка	0,02
Короткий крестец	0,01
Перехват за лопатками	0,06
Раздвоенная широкая холка	0,07
Слабо выражен тип породы	0,01
Телосложение непропорциональное	0,14
Слабые бабки	0,09
Сближенность в скакательных суставах и иксообразность	0,35
Мелкая задняя стенка копыта	0,73
Сближенность в запястных суставах	0,58
Широкая межкопытная щель	0,02
Узкие длинные копыта	0,01
Передние соски расположены не вертикально	0,08
Дополнительные соски	0,07
Толстые соски	0,30
Соски сближены сзади	0,04
Асимметрия долей вымени	0,07
Наклонное дно вымени	0,04
Задние соски вымени расположены наклонно	0,04
Вымя сильно разделено на четверти с боков	0,10
Задние доли расположены наклонно	0,12
Слабо развитые передние доли вымени	0,11
Вымя малого объема	0,04
Соски неудовлетворительной формы	0,04
Мясистое вымя	0,10

Исследование показало, насколько различные недостатки экстерьера генетически обусловлены и могут передаваться по наследству. Большинство недостатков характеризуется низкой степенью наследуемости ($h^2 < 0,1$), что является благоприятным фактором для их элиминации. К признакам с крайне низкой наследуемостью ($h^2 < 0,05$) относятся: высокая холка, узкая спина, крышеобразный и короткий крестец, узкие длинные копыта, широкая межкопытная щель и слабо выраженный тип породы. К признакам со средней наследуемостью в данном случае можно отнести недостатки: провислая спина и поясница, грубый корень хвоста, непропорциональное телосложение и слабо развитые передние доли вымени. Особого внимания заслуживают недостатки с высокой наследуемостью ($h^2 > 0,35$): сближенность в скакательных суставах, сближенность в запястных суставах и мелкая задняя стенка копыта. В целом же низкая генетическая детерминированность большинства изученных недостатков экстерьера – благоприятная предпосылка для их устранения путем комплексной селекционной работы. Однако особое внимание следует уделить признакам с высокой наследуемостью, связанным с постановкой конечностей и строением копыт, так как их элиминация требует более интенсивной селекционной работы.

Если же обратить внимание на характер генетических корреляций между недостатками экстерьера, то можно отметить выявленные значимые взаимосвязи между провислой спиной, крышеобразным крестцом, крышеобразной поясницей и непропорциональным телосложением. Все корреляции здесь и далее по тексту имеют критерий достоверности ($p < 0,001$).

Провислая спина характеризуется более высокими положительными корреляциями с глубиной туловища (0,48), крепостью телосложения (0,49) и длиной крестца (0,41) по отношению к другим признакам.

Это указывает на то, что при отборе по увеличению этих показателей возможно усиление проявления данного недостатка. Крышеобразный крестец имеет значимые отрицательные связи с ростом (-0,44) и крепостью телосложения (-0,58), что свидетельствует о необходимости комплексного подхода при селекции. Шилозадый крестец показывает сильную отрицательную корреляцию с глубиной туловища (-0,59) и ростом (-0,58), а также положительную связь с положением таза (0,63), что также тре-

бует особого внимания при отборе животных. Высокая холка положительно коррелирует с глубиной туловища (0,58) и выраженностью молочных форм (0,67).

Анализ же взаимосвязей собственно показателей экстерьера, характеризующих туловище, показывает наличие как положительных, так и отрицательных корреляций различной силы. Рост тесно связан с глубиной туловища (0,86). Ширина таза коррелирует с глубиной туловища (0,60) и обмускуленность сильно связана с положением таза (0,86). Рост также имеет умеренную связь с крепостью телосложения (0,54). Молочные формы коррелируют с глубиной туловища (0,43) и длина крестца связана с крепостью телосложения (0,44). Также заметна обратная связь между ростом и положением таза (-0,60). Молочные формы имеют отрицательную корреляцию с положением таза (-0,50), а обмускуленность отрицательно связана с глубиной туловища (-0,37).

Полученные данные отражают определенные закономерности в развитии экстерьерных признаков, касающихся в общем характеристики туловища: высокий рост сопряжен с глубокой грудью и широким тазом; животные с выраженными молочными формами часто имеют более высокое положение таза; обмускуленность развивается в противовес некоторым показателям телосложения, а крепость телосложения не зависит от молочных форм.

Относительно же генетической взаимосвязи между собственно недостатками экстерьера, относящимися к общей характеристике туловища, то здесь выявлено множество значимых корреляционных генетических связей как положительных, так и отрицательных, что указывает на комплексный характер наследования недостатков телосложения. Недостатки, относящиеся к спине и пояснице, демонстрируют тесную взаимосвязь между собой. Горбатая спина положительно коррелирует с крышеобразным крестцом (0,37). Провислая спина сильно связана с крышеобразной поясницей (-0,69).

Касательно задней части туловища, крышеобразный крестец генетически тесно связан с грубым корнем хвоста (0,69), а недостаток шилозадость имеет сильную генетическую корреляцию с крышеобразной поясницей (0,83).

Вложенный корень хвоста отрицательно коррелирует с крыловидной лопаткой (-0,67). Приподнятый корень хвоста связан с узкой спиной (0,53).

Особого внимания заслуживают и следующие генетические взаимосвязи. Перехват за лопатками тесно связан с коротким крестцом ($r = 0,65$). Недостаток непропорциональное телосложение имеет тесную связь с большинством недостатков. Слабый тип породы как недостаток показывает генетически положительную связь с провислой поясницей (0,41) и тяжелой головой (0,59). Все это указывает на то, что наибольшее внимание заслуживает состояние спины и крестцовой области.

Признаки и недостатки экстерьера, относящиеся к характеристике конечностей, обладают своими закономерностями взаимосвязей. Сильные положительные генетические корреляции обнаружены между сближенностью в скакательных и запястных суставах (0,89); широкой межкопытной щелью и углом копыта (0,72); узкими длинными копытами и углом копыта (0,70). Обратные генетические взаимосвязи выявлены между мелкой задней стенкой копыта и постановкой задних ног (-0,75) и слабыми бабками и сближенностью в запястных суставах (-0,46).

Проведенный корреляционный анализ признаков экстерьера, относящихся к вымени, позволяет сделать ряд выводов относительно характера генетической обусловленности их взаимосвязи с недостатками. Комплексная взаимосвязь признаков вымени демонстрирует высокую степень корреляции между основными показателями. Особенно тесная связь наблюдается между высотой прикрепления задних долей и шириной задних долей (0,78), что указывает на единое генетическое влияние на эти признаки. Аналогичная ситуация повзаимосвязи прослеживается между бороздами вымени и высотой прикрепления (0,88). Отрицательные генетические корреляции выявлены между длиной сосков и их расположением, что также требует особого внимания при селекции. Примечательно, что длина сосков отрицательно коррелирует с правильным расположением передних сосков (-0,76), это может указывать на необходимость комплексного подхода к оценке этих признаков. Недостатки вымени демонстрируют сложную систему взаимосвязей. Мясистое вымя показывает сильную отрицательную корреляцию с шириной задних долей (-0,73), что подтверждает его негативное влияние на общую структуру вымени. Дополнительные соски имеют выраженную отрицательную связь с толщиной сосков (-0,77), что может служить маркером при отборе. Асимметрия вымени тесно связана со

слаборазвитыми передними долями (0,66), что указывает на необходимость контроля развития передних долей как фактора профилактики асимметрии.

Заключение. На основании проведенных исследований можно сделать следующие практические выводы и рекомендации для совершенствования селекционной работы с красно-пестрой породой.

При работе с животными красно-пестрой породы необходимо внедрить систему поэтапного отбора животных с учетом генетических особенностей породы. Первостепенное внимание следует уделять выбраковке особей с провислой спиной (частота 16,5 %) и слабыми бабками (11,4 %), поскольку эти недостатки могут влиять на продуктивное долголетие животных. Особое внимание необходимо уделить отбору по признакам вымени, имеющим высокую наследуемость: высоте прикрепления задних долей ($h^2 = 0,43$) и ширине задних долей ($h^2 = 0,33$).

Рекомендуется внедрить следующий алгоритм селекционной работы: начать с жесткого отбора по отсутствию критических недостатков телосложения, далее проводить оценку по показателям вымени с акцентом на его форму и расположение и завершить комплексной оценкой животных по совокупности признаков с учетом выявленных генетических корреляций.

Для практического применения в хозяйствах предлагается система контроля качества поголовья, включающая регулярную линейную оценку всего племенного состава, мониторинг частоты встречаемости основных недостатков экстерьера и учет генетических корреляций при планировании селекционных мероприятий. Полученные результаты корреляций можно использовать при конструировании селекционного индекса.

Особое внимание также следует уделять селекции против недостатков с высокой наследуемостью, таких как сближенность в скакательных суставах ($h^2 = 0,35$) и мелкая задняя стенка копыта ($h^2 = 0,73$). Реализация данных рекомендаций позволит повысить качество поголовья и эффективность селекционного процесса, что в конечном итоге приведет к улучшению основных продуктивных и племенных показателей красно-пестрой породы.

Благодарности. Выражаем благодарность специалистам ЗАО «Агрофирма Павловская Нива», ООО «Большевик», СХА «Племзавод Дружба» за предоставление данных.

Список источников

1. Дунин И.М. Красно-пестрая // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 2. С. 28.
2. Вельматов А.П., Гурьянов А.М., Тишкина Т.Н., и др. Формирование продуктивных и технологических качеств красно-пестрого скота в онтогенезе при разных уровнях кормления // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 5. С. 79–82.
3. Ефимова Л.В., Ростовцева Н.М., Сурин А.Н. Экстерьерно-продуктивные особенности коров красно-пестрой породы при разных уровнях кормления // Вестник КрасГАУ. 2016. № 11. С. 33–39.
4. Ефимова Л.В., Ростовцева Н.М., Кулакова Т.В. и др. Продуктивность коров красно-пестрой породы в зависимости от типов телосложения // В мире научных открытий. 2016. № 12. С. 92–107.
5. Ефимова Л.В., Зазнобина Т.В., Иванова О.В., и др. Взаимосвязь экстерьера и молочной продуктивности коров красно-пестрой породы в зависимости от вариантов подбора // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2018. № 4. С. 11–18.
6. Лефлер Т.Ф., Багаев В.В. Характеристика экстерьера методом промеров и индексов телосложения // Вестник КрасГАУ. 2014. № 9. С. 142–146.
7. Лефлер Т.Ф., Багаев В.В. Сравнительная оценка экстерьерно-конституциональных типов коров красно-пестрой породы // Вестник КрасГАУ. 2014. № 12. С. 179–183.
8. Вельматов А.А., Малкин М.Н. Линейная оценка и тип телосложения коров красно-пестрой породы при различных уровнях кормления // Огарев-Online. 2016. № 2. С. 10.
9. Вельматов А.П., Гурьянов А.М., Малкин М.Н., и др. Разведение коров красно-пестрой породы Поволжского типа «в себе» // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 3. С. 50–56.
10. Вельматов А.П., Вельматов А.А., Тишкина Т.Н. Молочная продуктивность и технологические качества коров красно-пестрой породы Поволжского типа // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 4. С. 109–115.
11. 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. С. 161–165.
12. Тишкина Т.Н. Линейная оценка экстерьера животных красно-пестрой породы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 156–159.
13. Контэ А.Ф., Недашковский И.С., Игнатъева Л.П. Генетическая изменчивость экстерьерных признаков коров красно-пестрой породы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 2. С. 166–172.
14. Смотрова Е.А., Абрамова Н.И., Березина В.В., и др. Экстерьерные признаки айрширских коров разных региональных популяций и их связь с молочной продуктивностью // Генетика и разведение животных. 2019. № 2. С. 17–23.
15. Руколь В.М. Диагностика и профилактика болезней конечностей у крупного рогатого скота. Витебск: Изд-во ВГАВМ, 2021. 500 с.
16. Кузнецов В.М., Ревина Г.Б. Репродуктивные особенности разведения сахалинской популяции голштинской породы. Чебоксары: Среда, 2023. 112 с.
17. Полянцев Н.И. Ветеринарное акушерство, гинекология и биотехника размножения. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 480 с.

References

1. Dunin IM. Krasno-pestraya. *Dairy and beef cattle farming*. 2021;2:28 (In Russ.).
2. Velmatov AP, Guryanov AM, Tishkina T.N., et al. Formation of productive and technological qualities of red-and-white cattle during ontogenesis with different feeding levels. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016;30(5):79-82. (In Russ.).
3. Efimova LV, Rostovtseva NM, Surin AN. Exterior-productive peculiarities of the red-motley breed cows at different level of feeding. *Bulletin of KSAU*. 2016;11:33-39. (In Russ.).
4. Efimova LV, Rostovtseva NM, Kulakova TV, et al. Productivity of cows of red-motley breed in depending on body types. *In the World of Scientific Discoveries*. 2016;12:92-107. (In Russ.) DOI: 10.12731/wsd-2016-12-92-107.

5. Efimova LV, Zaznobina TV, Ivanova OV. Relationship exterior and dairy productivity of cows of red-motley breed depending on the variant selection. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev*. 2018;4:11-18. (In Russ.).
6. Lefler TF, Bagaev VV. The exterior characteristics by the method of the body-build measurements and indexes. *Bulletin of KSAU*. 2014;9:142-146. (In Russ.).
7. Lefler TF, Bagaev VV. Omparative assessment of the exterior-constitutional types of red-and-motley breed cows. *Bulletin of KSAU*. 2014;12:179-183. (In Russ.).
8. Velmatov AA, Malkin MN. Lineynaya otsenka i tip teloslozheniya korov krasno-pestroy porody pri razlichnykh urovnyakh kormleniya. *Ogarov-Online*. 2016;2:10. (In Russ.).
9. Velmatov AP, Guryanov AM, Malkin MN, et al. Dairy efficiency and technological properties of red-and-white cows of povolzh'e type. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2016;3:50-56. (In Russ.).
10. Velmatov AP, Velmatov AA, Tishkina TN. Milk productivity and technological propeties of cows of Red-and-White breed of Volga type. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2014;4:109-115. (In Russ.).
11. Velmatov AP, Tishkina TN, Kostin OV. Productive features of cows of the red-spotted breed of different exterior-constitutional types. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2019;2:161-165. (In Russ.). DOI: 10.18286/1816-4501-2019-2-161-165.
12. Tishkina TN. Linear evaluation of the exterior of animals red-motley breed. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2015;4:156-159. (In Russ.). DOI: 10.18286/1816-4501-2015-4-156-159.
13. Conte AF, Nedashkovsky IS, Ignatyeva LP. Genetic variability of exterior traits of red-and-white breed of cows. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2025;2:166-172. (In Russ.). DOI: 10.18286/1816-4501-2025-2-166-172.
14. Smotrova E, Abramova N, Berezina V, et al. Type traits of ayrshire cows in different regional populations and their relationship with milk production. *Genetics and Animal Breeding*. 2019;2:17-23. (In Russ.).
15. Rukol VM. *Diagnostics and prevention of limb diseases in cattle*. Vitebsk: Publishing house of VGAVM; 2021. 500 p. (In Russ.).
16. Kuznetsov VM, Revina GB. *Reproductive features of breeding the Sakhalin population of the Holstein breed*. Cheboksary: Sreda; 2023. 112 p. (In Russ.).
17. Polyantsev NI. *Veterinary obstetrics, gynecology and bioengineering of reproduction*. Saint Petersburg: Lan; 2022. 480 p. (In Russ.).

Статья принята к публикации 27.02.2026 / The article accepted for publication 27.02.2026

Информация об авторах:

Александр Федорович Контэ, старший научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, кандидат сельскохозяйственных наук

Игорь Сергеевич Недашковский, старший научный сотрудник, заведующий отделом национального каталога Национального центра генетических ресурсов сельскохозяйственных животных, кандидат биологических наук

Лариса Павловна Игнатьева, ведущий научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, кандидат сельскохозяйственных наук

Александр Александрович Сермягин, директор, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Aleksandr Fedorovich Konte, senior scientific researcher of population genetics and animal breeding department, candidate of agricultural sciences

Igor Sergeevich Nedashkovsky, senior scientific researcher, Head of the National Catalog Department of the National Center for Genetic Resources of Farm Animals, candidate of biology sciences

Larisa Pavlovna Ignatieva, leading researcher of population genetics and animal breeding department, candidate of agricultural sciences

Aleksandr Aleksandrovich Sermyagin, director, candidate of agricultural sciences