

Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 1. С. 82-98.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2026. Vol. 109. No. 1. P. 82-98.

Обзорная статья
УДК 636.082
doi: 10.33284/2658-3135-109-1-82

Структура и динамика ведущих селекционных индексов молочного скотоводства

Полина Сергеевна Богатова¹, Оксана Евгеньевна Лиходеевская²,
Георгий Александрович Лиходеевский³

^{1,2,3}Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия.

¹bogatova.p.s@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6584-2394>

²lixodeevskaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5976-6030>

³georglihodey@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2616-2166>

Аннотация. Статья представляет сравнительный анализ структуры и динамики ведущих селекционных индексов разных стран, используемых в молочном скотоводстве (США, Канада, Германия, Скандинавия, Нидерланды, Франция, Великобритания, Испания, Италия, Австралия). Рассмотрены эволюция весовых коэффициентов, сдвиг от продуктивности к здоровью, фертильности и устойчивости, а также интеграция геномных технологий (Single-Step). Результаты подчеркивают ориентацию индексов на экономическую выгоду и направленность последних изменения в сторону сбалансированной селекции, что может учитываться в ходе разработки российского национального индекса.

Ключевые слова: селекционные индексы, молочное скотоводство, весовые коэффициенты, селекция, племенная ценность

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР за 2023-2025 гг. ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет (№ 124061300024-1).

Для цитирования: Богатова П.С., Лиходеевская О.Е., Лиходеевский Г.А. Структура и динамика ведущих селекционных индексов молочного скотоводства (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 1. С. 82-98. [Bogatova PS, Lihodeevskaya OE, Lihodeevskiy GA. Structure and dynamics of leading selection indices in dairy cattle breeding (review). Animal Husbandry and Fodder Production. 2026;109(1):82-98. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-1-82>

Review article

Structure and dynamics of leading selection indices in dairy cattle breeding

Polina S Bogatova¹, Oksana E Lihodeevskaya², Georgiy A Lihodeevskiy³

^{1,2,3}Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

¹bogatova.p.s@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6584-2394>

²lixodeevskaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5976-6030>

³georglihodey@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2616-2166>

Abstract. The article provides a comparative analysis of the structure and dynamics of leading dairy cattle selection indices of various countries (USA, Canada, Germany, Scandinavia, Netherlands, France, UK, Spain, Italy, Australia). It examines the evolution of weight coefficients, the change from production to health, fertility, and sustainability traits, and the integration of genomic technologies (Sin-

gle-Step). The results emphasize the orientation of the indices towards economic benefits and the direction of the latest changes towards balanced breeding, which may be considered in developing a Russian national index.

Keywords: selection indices, dairy cattle breeding, weight coefficients, selection, breeding value

Acknowledgments: the work was supported in accordance to the plan of research works for 2023-2025 of the Ural State Agrarian University (№ 124061300024-1).

For citation: Bogatova PS, Lihodeevskaya OE, Lihodeevskiy GA. Structure and dynamics of leading selection indices in dairy cattle breeding (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2026;109(1): 82-98. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-1-82>

Введение.

Современное молочное скотоводство опирается на использование комплексных селекционных индексов, которые обеспечивают оптимальную оценку племенной ценности животных на основе множества хозяйственно значимых признаков, включая продуктивность, здоровье, фертильность, долголетие и экстерьер. Разработка и применение таких индексов, активно внедряемых в ведущих молочных странах мира, позволяет направлять селекцию на сбалансированный генетический прогресс с учетом как биологических, так и экономических критериев.

В процессе формирования индексов учитываются как фенотипические, так и геномные данные, что существенно повышает достоверность и точность отбора (Cole JB and VanRaden PM, 2018; Alemu SW et al., 2025). Изменение весов компонентов индексов отражает адаптацию к современным вызовам устойчивого и рентабельного производства молока, при этом акцент смещается от односторонней продуктивности к интеграции признаков жизнеспособности и воспроизводства, как показано в обзоре по RZE (Рахимов А.М. и др., 2021) и глобальным индексам (Miglior F et al., 2005).

В России также ведется активная работа по разработке национального селекционного индекса с учетом специфики отечественного животноводства и современных геномных технологий, например, в исследовании построения селекционных индексов для коров по молочной продуктивности (Мельникова Е.Е., 2016), методов оценки мясных быков с учетом продуктивности и здоровья (Хайнацкий В.Ю., 2021), анализа показателей экстерьера в зависимости от инбридинга (Недашковский И.С. и др., 2023) и оценки племенной ценности мясного скота по методике ЕАЭС (Дунин И.М. и др., 2024), что подчеркивает необходимость адаптации международного опыта. Учет зарубежных методик и практик важен для создания эффективного инструмента, который обеспечит устойчивое развитие молочного скотоводства в России, повышение продуктивности и качества поголовья с учетом экономических реалий и особенностей отечественных условий содержания животных.

Цель исследования.

Сравнительный анализ структуры ведущих селекционных индексов с выделением общих тенденций и специфики их формирования в различных странах.

Материалы и методы исследования.

В исследовании использованы данные по наиболее распространенным селекционным индексам, применяемым в мировой практике молочного скотоводства. Анализ охватывал комплексные индексы, которые широко используются в ведущих странах – США, Канаде, Германии, Скандинавии, Нидерландах, Франции, Великобритании, Италии, Испании и Австралии.

Основу данных составили официальные методики расчета и публикации основных селекционных организаций, таких как Holstein Association USA, USDA, Lactanet, Nordic Cattle Genetic Evaluations, CONAFE, а также национальные службы оценки племенной ценности (например, IDELE во Франции, AHDB Dairy в Великобритании и др.). Для каждого индекса были изучены весовые коэффициенты различных компонентов (продуктивность, здоровье, фертильность, долголетие, экстерьер, экономия корма), а также история обновлений формул и их адаптация к современным экономическим условиям и интеграции современных генетических технологий.

Результаты исследования и их обсуждение.

Селекционные индексы используются для достижения определенной селекционной цели, которая обычно состоит в улучшении одного или нескольких признаков растения или животного. В современных программах селекции селекционная цель обычно направлена на получение экономической выгоды, и учитывает доходы от реализации молока, затраты на кормление, ветеринарное обслуживание и прочие расходы. Селекционные критерии, как следствие, включают: показатели продуктивности (удой, содержание жира и белка в молоке); а также показатели здоровья и фертильности.

В целом селекционные индексы с самого начала их существования рассчитывались с учетом конкретного значения показателя и его «веса» – важности этого показателя для данного индекса (Hazel LN, 1943).

$$I = b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_m x_m,$$

где: I – селекционный критерий;

b_i – коэффициент важности для i -го признака;

X_i – фенотип животного по i -му признаку в индексе.

Весовые коэффициенты индекса рассчитываются как функция ковариаций между признаками и их экономическими весами:

$$b = P^{-1} G a,$$

где: b – вектор весовых коэффициентов индекса;

P – фенотипическая матрица ковариаций признаков в селекционном критерии;

G – матрица генетических ковариаций между признаками в критерии и цели;

a – вектор экономических весов для признаков в критерии.

Если все параметры, используемые для расчета индекса, корректны, то такой расчет будет эффективен для улучшения всех признаков селекционной цели. Однако в современных программах селекции смешанные модели включают P и G для получения мультипризнаковых оценок \hat{u} , которые затем комбинируются с использованием их экономических значений как $\hat{a}\hat{u}$ (Cole JB and VanRaden PM, 2018).

В США используются индексы TPI/NM\$ (CDCB, 2025), ориентированные на максимизацию прибыли через высокую молочную продуктивность и здоровье.

Индекс **Total Performance Index (TPI)**, разработанный Голштинской ассоциацией США и впервые внедренный в 1976 году (VanRaden PM, 2002), представляет собой комплексный селекционный показатель, используемый для оценки племенной ценности голштинского скота. TPI отражает не только генетический потенциал по молочной продуктивности, но и учитывает широкий спектр хозяйственно-полезных признаков, включая здоровье, долголетие, фертильность, экономию корма, морфологические характеристики и жизнеспособность животных (Miglior F et al., 2005).

Исторически доля составляющих индекса менялась в зависимости от экономических приоритетов и целей селекции. В начале акцент делался в основном на продуктивность (молоко, жир, белок), однако с ростом понимания важности здоровья и продолжительности жизни животных вес этих показателей в индексе постепенно увеличивался (Федяев П.М. и Лукьянов К.И., 2016).

Современная редакция индекса, обновляемая с учетом изменяющихся условий молочного производства (последняя версия – 2025 год) (Holstein Association USA, 2025), включает три базовые группы показателей: продуктивность (удой, жир, белок, экономию корма), здоровье (фертильность, продолжительность продуктивной жизни, легкость отёла, процент мертворождений, уровень соматических клеток, жизнеспособность), а также экстерьер (морфологические и типологические признаки) (Игнатьева Л.П. и Янглева А.А., 2024).

$$TPI = [19 \times PTAP/17 + 19 \times PTAF/22 + 8 \times FE/52 + 8 \times PTAT/0.8 + 11 \times UDC/0.8 + 6 \times FLC/0.8 + 5 \times PL/1.6 + 2 \times HT/2.0 + 3 \times LIV/1.4 + 4 \times SCS/0.13 + 13 \times FI/1.3 - 0.5 \times DCE/0.5 - 1.5 \times DSB/0.8] \times 3.8 + 2845,$$

где все коэффициенты являются индексными баллами, а в расчетах используются следующие признаки: PTAP и PTAF – фунты белка и жира за лактацию; PTAT – генетическая оценка по общему типу экстерьера (баллы); UDC – композитная оценка вымени (баллы); FLC – композитная оценка конечностей и копыт (баллы); HT – индекс здоровья (устойчивость к маститу, кетозу и др.)

(баллы); FI – репродуктивный индекс (баллы); PL – месяцы продуктивной жизни; LIV – жизнеспособность коров (проценты); SCS – содержание соматических клеток в молоке (баллы); DCE и DSB – проценты трудных отёлов и мертворождений у дочерей соответственно; FE – экономия корма.

Net Merit \$ (NMS) – это экономический селекционный индекс разработанный USDA, который оценивает потенциальную прибыльность молочного скота, выражая его генетическую ценность в денежном эквиваленте (VanRaden PM et al., 2021). Этот комплексный показатель объединяет четыре ключевые группы признаков: продуктивность (удой, содержание жира и белка), здоровье и воспроизводство (фертильность, продуктивное долголетие, здоровье вымени), экономию корма и устойчивость. В отличие от индекса TPI, NMS делает акцент именно на экономической эффективности – например, бык с NMS +800 означает, что его дочери в среднем принесут на 800 долларов больше прибыли за лактацию по сравнению со средним показателем по популяции.

$$NMS = \sum (Economic Value_i \times PTA_i)$$

Economic value – денежный вклад каждого признака в общую прибыль животноводческой системы, учитывающий реальные затраты и доходы. Включая: рыночные цены на молоко, жир, белок; затраты на корм; затраты на здравоохранение; влияние на воспроизводство; влияние на продуктивный срок жизни; экономия на замене животных; потери из-за нежизнеспособности телят; затраты на ветеринарные услуги и управление стадом.

Каждый из этих факторов переведен в денежный эквивалент на единицу генетической оценки (PTA) для данного признака. Например, за 1 фунт жира в молоке указана экономическая ценность в долларах.

PTA – это прогноз генетической способности животного передать определенный признак своим потомкам. Включает генетические оценки по следующим категориям: продуктивность; фертильность; здоровье (устойчивость к маститу, кетозу и другим заболеваниям); долголетие; экстерьер и функциональные оценки (оценка здоровья ног и копыт); экономия корма; жизнеспособность телят и легкость отела.

Для расчета PTA проводится математическая обработка генетических данных.

В Германии, как и в других странах с развитым молочным животноводством, применяются современные методы оценки племенной ценности, направленные на повышение продуктивности и здоровья стада. Основным комплексным селекционным индексом является **Relativ Zuchtwert Gesamtindex (RZG)**, который интегрирует показатели продуктивности, здоровья, экстерьера и функциональных признаков, и регулярно адаптируется к изменениям в экономических и социальных условиях отрасли. Существуют также модификации индекса с усиленным акцентом на экономию корма (Emhimad A et al., 2024), или продуктивное долголетие (Rensing S et al., 2002). Подобно международному индексу TMI, RZG обеспечивает сбалансированную и экономически обоснованную селекционную стратегию. Начиная с 2010-х годов, в Германии активно внедряются геномные методы селекции, что позволяет значительно ускорить генетический прогресс и улучшить точность оценки племенной ценности животных.

Полная формула индекса RZG представляет собой взвешенную сумму оценок по нескольким ключевым группам признаков:

$$RZG = w_{RZM} \times RZM + w_{RZHealth} \times RZHealth + w_{RZR} \times RZR + w_{RZN} \times RZN + w_{RZE} \times RZE + w_{RZCalfFit} \times RZCalfFit,$$

где все коэффициенты являются индексными баллами (RZ, ср. 100 ± 12), а в расчетах используются следующие признаки: RZM – молочная продуктивность (кг молока, % жира/белка); RZHealth – здоровье (индексные баллы по заболеваниям); RZR – воспроизводство (межотельный период в днях, % успешных осеменений); RZN – долголетие (месяцы функциональной жизни); RZE – экстерьер (баллы по линейным признакам вымени и конечностей); RZCalfFit – жизнеспособность телят (% выживаемости).

С августа 2020 года в Германии внедрен новый комплексный селекционный индекс – **Relativzuchtwert Euro (RZ€)**, который служит для оценки экономической эффективности разведения голштинского крупного рогатого скота. Этот индекс дополняет существующий общий индекс племенной ценности RZG, предоставляя более точную оценку экономической ценности животных

в денежном выражении (Rensing S et al., 2021). В отличие от NMS, RZ€ включает влияние здоровья на молочную продуктивность, тем самым позволяя учитывать не только продуктивность, но и здоровье в экономическом аспекте. При этом показатели экстерьера и содержание соматических клеток молока в RZ€ не учитываются (Рахимов А.М. и др., 2021). Для повышения точности оценки применяется метод Single-Step, который объединяет данные фенотипа, родословных и геномных маркеров (GGI-SPERMEX; Liu Z, 2025). В настоящее время индекс RZG учитывает более 50 признаков, охватывающих такие ключевые направления, как здоровье, воспроизводство, долголетие, а также параметры, соответствующие требованиям устойчивого производства. Доля продуктивности в индексе снижается в пользу увеличения вклада признаков, связанных со здоровьем и воспроизводством, что обеспечивает более комплексную и сбалансированную селекцию (EuroGenomics. More Genomic Breeding Values on the Dutch-Flemish scale).

В Канаде для оценки и отбора крупного рогатого скота используются два основных селекционных индекса: индекс пожизненной продуктивности (LPI) и генетический индекс, основанный на прибыли (Pro\$), оба рассчитываемые компанией Lactanet.

Lifetime Performance Index (LPI) – это широко используемый индекс в канадском молочном скотоводстве, который помогает оценить общий генетический потенциал животных с учетом их продуктивности, долголетия и здоровья/репродуктивных характеристик. Первоначально индекс также был ориентирован в первую очередь на молочную продуктивность, однако с течением времени была расширена его структура с включением дополнительных признаков, таких как здоровье, воспроизводство и функциональные показатели. В современных версиях LPI акцент смещён в сторону сбалансированной селекции, включающей как продуктивность, так и жизнеспособность животных (Lactanet. Lifetime Performance Index...).

В апреле 2025 года в рамках модернизации индекса Lifetime Profit Index (LPI) был введён новый специализированный подиндекс Environmental Impact Index, направленный на оценку экологического следа молочного скота. Этот подиндекс учитывает такие параметры, как экономия корма и снижение выбросов метана, что непосредственно связано с уменьшением парникового эффекта и снижением углеродного следа стада ((Lactanet. Lifetime Performance Index...; Lactanet. The Modernized LPI...; Van Doormaal BJ, 2025).

Кроме того, с внедрением геномных технологий значительно повысилась надёжность оценки по селекционным индексам. Например, у молодых быков средняя надёжность прогноза по индексу LPI повысилась с 39% до 79% (Obari C, 2024).

$LPI = w_1 \times Production + w_2 \times Longevity + w_3 \times Health + w_4 \times Fertility + w_5 \times Milkability + w_6 \times Environmental Impact$,

где все коэффициенты являются индексными баллами (RBV, ср. 100 ± 5), а в расчетах используются следующие признаки: Production – продуктивность (кг жира/белка); Longevity – долголетие (месяцы жизни в стаде, экономическая оценка баллов вымени и конечностей); Health – здоровье (баллы устойчивости к маститу, заболеваниям копыт и метаболическим болезням); Fertility – фертильность (дни интервала отелов, % оплодотворяемости); Milkability – удобство доения (минуты на корову за одну дойку, баллы темперамента); Environmental Impact – влияние на экологию (% снижения выбросов метана, экономия корма). Каждый весовой коэффициент w_i определяет значимость соответствующего компонента для общего селекционного индекса и меняется в зависимости от породы и национальных целей селекции.

Еще один канадский индекс **Pro\$** – введен в 2015 году и предназначен для оценки экономической ценности животных. Он присваивает денежную стоимость потомству быков, оценивая прибыль их дочерей за шесть лет. Этот индекс помогает фермерам ориентироваться на генетические линии, приносящие максимальную прибыль (Alcantara LM et al., 2022; Van Doormaal BJ et al., 2015).

Подобно NMS и RZ€, данный индекс ориентирован на экономические показатели. Он включает ключевые генетические оценки по продуктивности (молоко, жир, белок), здоровью (устойчивость к заболеваниям, соматические клетки), фертильности, долголетию и экономии корма.

Однако в отличие от NM\$ Pro\$ больше акцентирует внимание на краткосрочной экономической отдаче и оптимизации прибыли для производителей молока в условиях Канадского рынка, с более детальным учетом экономии корма и здоровья. NM\$ в большей мере фокусируется на долгосрочной прибыльности и имеет более широкую структуру подкритериев. А RZ€ дополнительно уделяет внимание приспособленности и экстерьеру животных.

В странах Северной Европы, для комплексной оценки племенной ценности молочного скота успешно применяется система **Nordic Total Merit (NTM)**. Этот индекс был впервые разработан в 2008 году (Sørensen LP et al., 2018) как комплексный селекционный инструмент для оценки племенной ценности молочного скота в странах Скандинавии, включая Данию, Финляндию и Швецию. Основная цель создания индекса заключалась в сбалансированной селекции, учитывающей продуктивность, здоровье, фертильность, экстерьер и функциональные характеристики животных с акцентом на повышение рентабельности и устойчивости стад (Kargo M et al., 2014; Nordic Cattle Genetic Evaluation, 2015). К 2009 году индекс был значительно расширен за счет включения новых признаков, таких как показатели здоровья и воспроизводства, а также адаптации к меняющимся экономическим и экологическим требованиям отрасли. В последние годы NTM подвергался обновлениям с акцентом на внедрение геномных технологий, улучшение точности оценки и расширение состава признаков в соответствии с современными целями устойчивого животноводства (Nordic Cattle Genetic Evaluation, 2025).

$$NTM=0+\sum(breeding\ value(i)-100)\times weight\ factor(i),$$

где: breeding value(i) – это оценка продуктивных, репродуктивных, а также других признаков животного (например, удой, жир, здоровье, фертильность), weight factor (i) – важность или экономическая значимость каждого признака в общем индексе.

Индекс **Nederlands Vlaams Index (NVI)** был создан в начале 2000-х годов как национальный инструмент оценки суммарной племенной ценности молочного скота в Нидерландах и Фландрии. В начальный состав NVI входили основные признаки молочной продуктивности, а также здоровье вымени, ноги и копыта, репродуктивные качества, продолжительность продуктивного периода и параметры отелов. Весовые коэффициенты были распределены примерно так: 40 % – на продуктивность, 50 % – на функциональные признаки и здоровье, а около 10 % – на экстерьер.

Со временем индекс претерпевал изменения, направленные на увеличение значимости здоровья и функциональных деталей с одновременным умеренным снижением веса продуктивности. В 2018 году состав NVI был расширен включением новых признаков, таких как здоровье копыт и экономическая эффективность, что отражало новые требования молочной отрасли и современные тенденции в селекции (Cole JB and VanRaden PM, 2018; Stoop M et al., 2015). Также с недавних пор применяется интегрированная методика оценки «Single Step» (Vanderick S, et al., 2025), объединяющая геномные и фенотипические данные, что улучшило точность селекционного процесса.

На сегодняшний день NVI является ключевым селекционным индексом, применяемым CRV и EuroGenomics для ранжирования племенных животных в Нидерландах и Фландрии. Индекс включает около 15 основных категорий признаков с весами примерно 37 % – на продуктивность, 52 % – на здоровье и функционал и 11 % – на экстерьер. Он регулярно пересматривается с учетом новых биологических данных и экономических реалий, чтобы обеспечивать максимальную эффективность и прибыльность молочного скотоводства (EuroGenomics. More Genomic Breeding Values on the Spanish scale).

$$NVId=0.37\times Ine+0.37\times SFCM+0.07\times longevity+5.5\times (UDH-100)+6.5\times (FER-100)+3.0\times (CLW-100)+2.0\times (CAL-100)+2.0\times (U-100)+2.5\times (F\&L-100),$$

где все коэффициенты являются индексными баллами (ср. 100 ± 91), а в расчетах используются следующие признаки: Inet – индекс продуктивности (кг жира/белка); SFCM – экономия корма (евро за лактацию); longevity – долголетие (дни); UDH – здоровье вымени (баллы по содержанию соматических клеток в молоке); FER – фертильность (дни межотельного периода); CLW – живой вес телёнка (кг); CAL – легкость отела (баллы); U – прикрепленность вымени (баллы); F&L – здоровье ног и копыт (баллы).

Index de Synthèse Unique (ISU) во Франции является комплексным селекционным индексом, включающим продуктивность, функциональные качества, морфологические признаки и специализированные блоки для различных пород, например, скорость доения для Монбельярд (Montbéliarde Association). Доля продуктивности в ISU для голштинской породы снизилась с 75 % в 1986 до 37 % – в 2024 году (IDELE. La race Prim'Holstein va intégrer la parenté dans l'ISU.), а вес функциональных признаков и впервые включенного здоровья копыт (6 %) значительно вырос. Внедрение Single Step в 2022 году (IDELE. Note IBL 2022-4: Adaptation des formules ISU au contexte Single Step.) повысило точность оценок, особенно по функциональным признакам и молодым животным (Leclerc H et al., 2023). Последняя адаптация формулы в 2024 году для французской голштинской породы Prim'Holstein внесла корректировки в веса признаков и расширила учет здоровья копыт.

$$ISU = a_1 \times Prod + a_2 \times Morph + a_3 \times Sante\ Mammelle + a_4 \times Repr + a_5 \times Longevite' + a_6 \times Traite + a_7 \times Pieds,$$

где все коэффициенты являются индексными баллами (ср. 100, $\sigma=22$), а в расчетах используются следующие признаки: Prod – продуктивность (кг жира/белка); Morph – морфология (баллы экстерьера); Santé Mammelle – здоровье вымени (баллы по содержанию соматических клеток в молоке); Repr – репродуктивные качества (дни интервала отелов); Longévité – долголетие (месяцы функциональной жизни); Traite – скорость доения (л/мин, баллы темперамента); Pieds – здоровье копыт и ног (баллы).

Profitable Lifetime Index (£PLI) был введен организацией AHDB Dairy в конце 1990-х как внутрипородный генетический индекс для оценки экономической ценности быков в британском молочном скотоводстве (Pryce JE et al., 1999). Основная цель индекса – ранжирование быков по ожидаемой дополнительной прибыли их дочерей за весь продуктивный период, при этом около 45 % веса изначально приходилось на продуктивность (удой, жир, белок), а оставшиеся 55 % – на здоровье вымени, фертильность, ноги и копыта, долголетие и затраты на содержание (DAERA).

В 2013-2014 годах, после отраслевого обзора с участием Genetics Advisory Forum, структура индекса была пересмотрена: доля продуктивности снизилась, появились блоки «Maintenance» (обслуживание) и «Calving Ease» (легкость отела) а значимость «Efficiency» (экономия корма) и «Udder Health» (здоровье вымени) была повышена (AHDB. Annual Report.; AHDB. Profitable Lifetime Index £PL). В период с 2015 по 2020 год £PLI обновлялся трижды в год, учитывая изменения цен, эпизоотическую ситуацию и требования к устойчивости, что привело к современному распределению: примерно 34% на продуктивность и 66% на признаки приспособленности.

С 2012 года AHDB Dairy начала выпуск геномных оценок PLI для молодняка, что повысило точность прогнозирования племенной ценности на 25–30% по сравнению с традиционными методами (Alemu SW et al., 2025)

$$PLI = w_1 \times Production + w_2 \times Fertility + w_3 \times Survival + w_4 \times Udder\ Health + w_5 \times Feet\ health + w_6 \times Leg\ health + w_7 \times Calving\ Ability + w_8 \times Efficiency$$

где все компоненты выражены в £ дополнительной прибыли за продуктивную жизнь дочерей по сравнению со средним быком (PLI=0), а в расчетах используются следующие признаки: Production – продуктивность (кг молока, кг/проценты жира/белка); Fertility – репродуктивные качества (дни интервала отёлов); Survival – устойчивость (месяцы функциональной жизни); Udder Health – здоровье вымени (баллы по содержанию соматических клеток в молоке); Feet & Leg Health – здоровье копыт и ног (баллы); Calving Ability – благополучный отел и легкость родов (баллы легкости отела); Efficiency – экономия корма (кг сухого вещества на кг молока).

Индекс племенной ценности **Índice Compuesto Oficial (ICO)** был введен организацией CONAFE (Confederación de Asociaciones de Frisona Española) в качестве общего индекса для ранжирования быков голштинской породы согласно испанским селекционным целям (Educatur; CONAFE). При этом основным фокусом были производительность, функциональные признаки и здоровье (Wrzecińska M et al., 2024; González-Recio O et al., 2020). Основная цель индекса – отбор наиболее прибыльных животных с учетом экономических условий Испании (производство 6 млн тонн молока ежегодно при потреблении 9 млн тонн), где изначально преобладали продуктивность и экстерьер, с весами около 57 % – на производительность, 29 % – на строение вымени и ног и 14 % – на функциональные признаки.

В июне 2019 года структура ICO была пересмотрена: увеличен вес функциональных признаков (долголетие, здоровье копыт), учтены цены на молоко в Испании; введены четыре экономических индекса IMET (с фокусом на производстве молока или сыра; учитывающий ограничения пастбищ; учитывающий ограничения связанные с производством органических продуктов), а gICO (геномная версия индекса) стал вычисляться по доступным геномным данным.

Сегодня для расчета данного индекса используются следующие характеристики в баллах, рассчитываемых по соответствующим единицам измерения: «Production» – продуктивность (кг жира/белка); «Conformation» – экстерьер (баллы экстерьера); «Health» – здоровье (баллы по содержанию соматических клеток в молоке и патологиям вымени); «Longevity» – долголетие (месяцы функциональной жизни); «Fertility» – фертильность (дни межотельного периода) (Eurogenomics. More Genomic Breeding Values on the German scale).

В Австралии молочные фермеры при селекции животных чаще всего ориентируются на сбалансированный индекс производительности **Balanced Performance Index (BPI)** или индекс здоровья (HWI). Эти индексы связаны с Национальной целью селекции (NBO), призванной обеспечить единый стандарт для оценки генетического прогресса в молочном животноводстве. Основная задача NBO – повышение чистой прибыли (Byrne TJ et al., 2016; Newton JE et al., 2021), которая рассчитывается как разница между доходами от реализации молока и расходами на корм и содержание стада. В австралийских условиях эта прибыль выражается в австралийских долларах на корову в год. BPI служит ключевым экономическим индексом, ранжирующим животных в соответствии с NBO и отражающим предпочтения большинства фермеров. HWI, в свою очередь, фокусируется на функциональных признаках и используется теми фермерами, которые делают акцент на здоровье стада (Axford M et al., 2021; Byrne TJ et al., 2016; Martin-Collado D et al., 2015).

Кроме того, в Австралии используются индексы – Health Weighted Index (HWI) и Sustainability Index – все три этих индекса имеют схожую структуру, поскольку все они включают ключевые признаки продуктивности, здоровья, фертильности, выживаемости, экономии корма, морфологии и управления стадом. Однако различие между ними заключается в расставленных приоритетах: BPI предоставляет сбалансированный подход, где особое значение имеет прибыль от молочного производства, HWI акцентирует здоровье и воспроизводство, значительно увеличивая долю плодовитости и устойчивости к маститу, а Sustainability Index максимизирует вклад продуктивности и экономии корма, направленный на снижение воздействия производства на окружающую среду (Newton JE et al., 2021). Каждый индекс отвечает специфическим целям селекционного отбора – интегральной прибыли, устойчивости стада или долгосрочном влиянии на экологию (DataGene, 2022).

Современные селекционные индексы (таблица 1) демонстрируют постепенный отход от односторонней ориентации на молочную продуктивность, характерной для 1990-х и начала 2000-х годов. Сегодня ключевой тренд – баланс между производительностью и функциональными качествами (здоровье, фертильность, долголетие, экстерьер). При этом степень этого баланса зависит от региона, экономического уклада и производственной философии молочного животноводства.

В Северной Америке доминирует экономический подход к селекции, где основная цель – максимизация прибыли от молочного производства в условиях высокой технологизации ферм.

США сохраняют приоритет продуктивности (TPI – 46 %, NM\$ – около 51 %), но активно интегрируют в расчет функциональные признаки здоровья (до 28 %) и долголетия (до 26 %). Это отражает стремление повысить экономическую устойчивость животных, снижая затраты, связанные с заболеваемостью и выбраковкой. Такой подход согласуется с более высокими показателями молочной продуктивности голштинов в США по сравнению с рядом других стран (Petrov AF et al., 2024).

Канада (LPI) движется в сторону более гармоничной модели. Значительный вес долголетия (32 %) и умеренные доли продуктивности и экстерьера создают акцент на устойчивых, долговечных животных, способных сохранять продуктивность в течение нескольких лактаций. Это делает LPI переходным индексом между американской экономической и европейской функциональной моделью.

Североевропейские страны представляют наиболее физиологически обоснованный и устойчивый подход к селекции, где здоровье и фертильность занимают равное или даже большее место, чем продуктивность.

Таблица 1. Сравнительная структура основных селекционных индексов молочного скота по странам

Table 1. Comparative structure of main selection indices for dairy cattle by countries

Индекс / Index	Страна / Country	Продуктивность жир, белок, удой), %/Productivity (fat, protein, milk), %	Здоровье, % / Health, %	Фертильность % / Fertility, %	Долголетие % / Longevity %	Экстерьер % / Conformation, %	Прочее % / Other %
1	2	3	4	5	6	7	8
TPI ¹	США / USA	46	28	–	–	26	–
NMS ²	США / USA	~51	~21	~9	–	~13	~6
RZG ³	Германия / Germany	36	18	7	18	15	6
LPI ⁴	Канада / Canada	40	8	10	–	32	10
NTM ³	Скандинавия / Nordic countries	32	21	23	7	8	11
NVI ³	Нидерланды / Netherlands	28	20	23	9	11	9
ISU ³	Франция / France	37	19	20	2	15	7
PLI ⁵	Великобритания / UK	34	18	19	12	–	17
ICO ³	Испания / Spain	49	12	8	11	20	–
BPI ⁶	Австралия / Australia	~49	~11	~11	~9	~10	~10

Примечание:

¹ – Ассоциация голштинской породы США (Holstein Association USA, 2025)² – Совет молочного скотоводства (Council on Dairy Cattle Breeding (CDCB). Мерит-оценка и индекс выбора)³ – ЕвроГеномика (EuroGenomics. 6 Суммарных оценочных индексов...)⁴ – Индекс прижизненной оценки продуктивности (Lactanet (LPI) Formula – April 2025)⁵ – Индекс прижизненной экономической эффективности (AHDB £PLI)⁶ – ДатаГен (DataGene, 2022)Note: ¹ – Holstein Association USA (Holstein Association USA, 2025)² – CDCB (Council on Dairy Cattle Breeding (CDCB). Merit and selection index)³ – EuroGenomics (EuroGenomics. 6 Total Merit Indexes...)⁴ – Lactanet (Lifetime Performance Index (LPI) Formula – April 2025)⁵ – AHDB (Profitable Lifetime Index £PLI)⁶ – DataGene (DataGene, 2022)

Скандинавия (NTM) – пример сбалансированного подхода: доли продуктивности (32 %) и фертильности (23 %) почти равны, здоровье (21 %) и «прочие» (11 %, включая устойчивость к маститу и метаболическим заболеваниям) также высоко представлены.

Нидерланды (NVI) и Великобритания (PLI) близки к скандинавскому типу, хотя немного смещены в сторону продуктивности (около 30-34 %). В обоих индексах сохранен сбалансированный вклад здоровья, фертильности и экстерьера, что сделало их международными ориентирами “устойчивой селекции”.

Германия (RZG) – компромисс между продуктивностью (36 %) и функциональностью (здоровье, долголетие по 18%). Немецкий подход остаётся более консервативным, но очевидно, что доля функциональных признаков постепенно растёт.

Центральная Европа демонстрирует очевидный акцент на продуктивности и экстерьере.

Франция (ISU) сохраняет яркий акцент на продуктивности (37 %) и экстерьере (15 %), но практически не учитывает долголетие (всего 2 %). Такая модель отражает стремление поддерживать породный тип и технологический уровень сырья (жир, белок), иногда в ущерб долговечности животных.

Испания (ICO) – наиболее ориентированный на продуктивность индекс Европы (49 % продуктивности) с особым вниманием к экстерьеру (20 %), что, вероятно, связано с сохранением национального приоритета высокопродуктивных коров, способных хорошо проявлять себя в интенсивных фермерских условиях Испании.

В Австралии (BPI) индекс отражает попытку взять лучшее от обеих моделей – продуктивность (~49 %) и одновременно сбалансированный учет функциональных качеств (здоровье, фертильность, экстерьер, долголетие — по 9-11 %), что, несмотря на высокую долю продуктивности, отличает этот индекс от ICO и TPI.

Заключение.

Сравнение селекционных индексов молочного скота различных стран показывает как общие черты, так и различия в приоритетах селекции. Объединяющим является комплексный подход к оценке племенной ценности, в основе которого лежит преимущественно продуктивность – содержание жира, белка и удой – на которую приходится значительная часть удельного веса (от 28% до более 50%). Во всех индексах также включены важные биологические характеристики, такие как здоровье, фертильность и долголетие, причем доля этих признаков возрастает со временем, что отражает современную тенденцию перехода от селекции, направленной только на продуктивность, к сбалансированному улучшению жизнеспособности и воспроизводительных качеств животных. Дополнительные компоненты, такие как экстерьер и прочие признаки, учитываются в большинстве индексов с меньшими весами, что подтверждает стремление расширить критерии оценки для повышения устойчивости и экономической эффективности поголовья.

В большинстве стран (особенно в Скандинавии, Нидерландах, Германии) наблюдается тенденция к снижению веса продуктивности и увеличению доли здоровья, фертильности и долголетия, что, вероятно, связано с ростом затрат на лечение, выбраковку и снижением рентабельности при ранней выбраковке.

В США, Канаде и Центральной Европе продуктивность и экстерьер остаются основными компонентами, тогда как в Северной Европе и Австралии акцент смещается на здоровье и долголетие.

Список источников

1. Игнатьева Л.П., Янгляева А.А. Использование селекционного индекса для оценки продуктивного долголетия коров симментальской породы. *Аграрная наука*. 2024. № 6. С. 62-67. [Ignatieva LP, Yanglyeva AA. Using the selection index for estimation the life-long productivity of Simmental cows. *Agrarian Science*. 2024;6:62-67. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-383-6-62-67>
2. Мельникова Е.Е. Построение селекционного индекса племенной ценности коров по признакам молочной продуктивности // *Молочное и мясное скотоводство*. 2016. № 8. С. 6-9.

[Melnikova EE. Selection index of cow's breeding values for milk production traits. Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding. 2016;8:6-9. (*In Russ.*)].

3. Недашковский И.С., Контэ А.Ф., Сермягин А.А. Показатели оценки племенной ценности по линейной оценке экстерьера в зависимости от коэффициента инбридинга и уровня гомозиготности // Аграрный вестник Урала. 2023. № 01 (230). С. 55-65. [Nedashkovskiy IS, Konte AF, Sermyagin AA. Estimated breeding value on linear assessment of exterior depending on inbreeding coefficient and the level of homozygosity. Agrarian Bulletin of the Urals. 2023;01(230):55-65. (*In Russ.*)]. doi: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-55-65

4. Новый комплексный индекс племенной ценности крупного рогатого скота RZ€ и его применение в Германии (обзор) / А.С. Рахимов, А.Б. Тлеубаев, С.Ш. Сатыгул, В.К. Дмитраш, Н.С. Садуов // Проблемы биологии продуктивных животных. 2021. № 3. С. 32-41. [Rakhimov AM, Tleubaev AB, Satygul S Sh, Dmitrash VK, Saduov NS. Novyj kompleksnyj indeks plemennoj cennosti krupnogo rogatogo skota RZ€ i ego primenenie v Germanii (obzor). Problemy biologii produktivnyh zivotnyh. 2021;3:32-41. (*In Russ.*)]. doi:10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2021.3.32-41

5. Определение племенной ценности абердин-ангусского скота Российской Федерации по Методике Евразийского экономического союза / И.М. Дунин, А.А. Герасимов, С.В. Никитина, Е.А. Матвеева // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107. № 3. С. 36-46. [Dunin IM, Gerasimov AA, Nikitina SV, Matveeva EA. Estimation of breeding values of Aberdeen-Angus cattle in the Russian Federation according to the methodology of the Eurasian Economic Union. Animal Husbandry and Fodder Production. 2024;107(3):36-46. (*In Russ.*)]. doi:10.33284/2658-3135-107-3-36

6. Федяев П.М., Лукьянов К.И. Современные тенденции в индексной оценке племенной ценности молочного скота // Генетика и разведение животных. 2016. № 4. С. 11-19. [Fedyayev PM, Lukyanov KI. Modern tendencies in index estimation of dairy cattle breeding value. Genetics and Breeding of Animals. 2016;4:11-19. (*In Russ.*)].

7. Хайнацкий В.Ю. Метод племенной оценки быков-производителей мясных пород на основе BLUP // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 1. С. 20-30. [Haynatsky VYu. BLUP Method of breeding assessment of beef sires. Animal Husbandry and Feed Production. 2021;104(1):20-30. (*In Russ.*)]. doi: 10.33284/2658-3135-104-1-20

8. AHDB. [Internet]. Annual Report and Accounts 2013/14. Available from: <https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/About%20AHDB/Reports%20and%20reviews/ARA2013-14.pdf> (cited 17 Sept 2025).

9. AHDB. [Internet]. Profitable Lifetime Index (£PLI) Factsheet. Available from: https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Dairy/Publications/Profitable%20Lifetime%20Factsheet_190121_WEB.pdf (cited 17 Sept 2025).

10. AHDB. [Internet]. Profitable Lifetime Index £PLI. Available from: <https://breedingdairy.ahdb.org.uk/learn/traits-and-indexes/profitable-lifetime-index-pli/> (cited 17 Sept 2025).

11. Alcantara LM, Baes CF, de Oliveira Junior GA, Schenkel FS. Conformation traits of Holstein cows and their association with a Canadian economic selection index. Canadian Journal of Animal Science. 2022;102(3):490-500. doi: 10.1139/cjas-2022-0013

12. Alemu SW, Lopdell TJ, Trevarton AJ, Snell RG, Littlejohn MD, Garrick DJ. Comparison of genomic prediction accuracies in dairy cattle lactation traits using five classes of functional variants versus generic SNP. Genetics Selection Evolution. 2025;57(1):20. doi: 10.1186/s12711-025-00966-2

13. Axford M, Santos B, Stachowicz K, Quinton C, Pryce JE, Amer P. Impact of a multiple-test strategy on breeding index development for the Australian dairy industry. Animal Production Science. 2021;61(18):1940-1950. doi: 10.1071/AN21058

14. Byrne TJ, Santos BFS, Amer PR, Martin-Collado D, Pryce JE, Axford M. New breeding objectives and selection indices for the Australian dairy industry. Journal of Dairy Science. 2016;99(10):8146-8167. doi: 10.3168/jds.2015-10747

15. CDCB. [Internet]. Merit evaluation and selection index. Available from: <https://uscdeb.com/merit-selection/> (cited 17 Sept 2025).

16. Cole JB, VanRaden PM. Symposium review: Possibilities in an age of genomics: The future of selection indices. *Journal of Dairy Science*. 2018;101(4):3686-3701. doi: 10.3168/jds.2017-13335
17. CONAFE. [Internet]. Cambios en la nueva escala del ICO, el índice genético para la raza frisona en España. Available from: <https://www.conafe.com/Noticia/TabId/139/ArtMID/656/ArticleID/1105/Cambios-en-la-nueva-escala-del-ICO-el-237ndice-gen233tico-para-la-raza-frisona-en-Espa> 241a.aspx#:~:text= Table_title: %20 Desviaciones%20Table_content:%20 header:%20% 7C%20Caracteres%20%7C,Anchura%20de%20pecho%20%7C%20DT_jun%272023:%204.58%20%7C (cited 18 September 2025)
18. DAERA. [Internet]. Profitable Lifetime Index and Sire Selection. Available https://www.daera-ni.gov.uk/sites/default/files/publications/dard/pliand_sireselection.pdf (cited 17 Sept 2025).
19. DataGene. A pocket guide to ABVs: Australian Breeding Values. Melbourne: DataGene; 2022: 26 p. Available from: <https://www.datagene.com.au/wp-content/uploads/2023/10/ABVs-Pocket-Guide-2022-WEB-Version.pdf> (cited 17 Sept 2025).
20. Educatur. [Internet]. El ICO y la mejora genética del ganado vacuno Holstein. Available from: <https://educatur.es/ico-holstein> (cited 17 Sept 2025).
21. Emhimad A, Polman L, Rensing S, Liu Z, Alkhoder H, Reents R, Heise J. Breeding for feed efficiency in German Holsteins: the new RZFeedEfficiency. *Interbull Bulletin*. 2024;60:47-53.
22. EuroGenomics. [Internet]. 6 Total Merit Indexes under EuroGenomics. Available from: <https://www.eurogenomics.com/genomic-breeding-values/6-total-merit-indexes.html> (cited 17 Sept 2025).
23. EuroGenomics. [Internet]. More Genomic Breeding Values on the Dutch-Flemish scale. Available from: https://www.eurogenomics.com/genomic-breeding-values/look-at-rankings/about_gNVI.html (accessed 17 Sept 2025).
24. EuroGenomics. [Internet]. More Genomic Breeding Values on the German scale. Available from: <https://www.eurogenomics.com/genomic-breeding-values/german-scale.html> (cited 17 Sept 2025).
25. EuroGenomics. [Internet]. More Genomic Breeding Values on the Spanish scale. Available from: <https://www.eurogenomics.com/genomic-breeding-values/look-at-rankings/about-gICO.html> (cited 17 Sept 2025).
26. GGI-SPERMEX. [Internet]. News: Holstein breeding value estimation with state-of-the-art Single-Step method from April 2025. Available from: <https://www.ggi-spermex.de/en/service/news:-holstein-breeding-value-estimation-with-state-of-the-art-single-step-method-from-april-2025-1753.html> (cited 17 Sept 2025).
27. González-Recio O, López-Paredes J, Ouatahar L, Charfeddine N, Ugarte E, Alenda R, Jiménez-Montero JA. Mitigation of greenhouse gases in dairy cattle via genetic selection: 2. Incorporating methane emissions into the breeding goal. *J Dairy Sci*. 2020;103(8):7210-7221. doi: 10.3168/jds.2019-17598
28. Hazel LN. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*. 1943;28(6):476-490. doi: 10.1093/genetics/28.6.476
29. Holstein Association USA. [Internet]. TPI Formula – April 2025 Available from: https://www.holsteinusa.com/genetic_evaluations/ss_tpi_formula.html (cited 17 Sept 2025).
30. IDELE [Internet]. Note IBL 2022-4: Adaptation des formules ISU au contexte Single Step. 2022. Available from: <https://idele.fr/detail-article/note-ibl-2022-4-adaptation-des-formules-isu-au-contexte-single-step> (cited 12 Oct 2025).
31. IDELE. [Internet]. La race Prim'Holstein va intégrer la parenté dans l'ISU. Available from: <https://idele.fr/detail-article/la-race-primholstein-va-integrer-la-parente-dans-lisu> (cited 12 Oct 2025).
32. Kargo M, Hjortø L, Toivonen M, Eriksson JA, Aamand GP, Pedersen J. Economic basis for the Nordic Total Merit index. *Journal of Dairy Science*. 2014;97(12):7879-7888. doi: 10.3168/jds.2013-7694
33. Lactanet. [Internet]. Lifetime Performance Index (LPI) Formula – April 2025. Available from: <https://lactanet.ca/en/lifetime-performance-index-lpi-formula> (cited 17 Sept 2025).

34. Lactanet. [Internet]. The Modernized LPI – Launching April 2025. Available from: <https://lactanet.ca/en/the-modernized-lpi-launching-april-2025/> (cited 16 Sept 2025).
35. Leclerc H, Lepers A, Baur A, Barbat A, Tribout T, Fritz S. A single-step genomic evaluation of claw health traits in French Holstein, Montbéliarde and Normande breeds. *Interbull Bulletin*. 2023;59:207-212.
36. Liu Z, Alkhoder H, Polman L, Reents R, Heise J. Introduction of single-step genomic evaluations in German Holsteins. *Interbull Bulletin*. 2025;61:57-65.
37. Martin-Collado D, Byrne TJ, Amer PR, Santos BFS, Axford M, Pryce JE. Analyzing the heterogeneity of farmers' preferences for improvements in dairy cow traits using farmer typologies. *Journal of Dairy Science*. 2015;98(6):4148-4161. doi: 10.3168/jds.2014-9194
38. Miglior F, Muir BL, Van Doormaal BJ. Selection indices in Holstein cattle of various countries. *J Dairy Sci*. 2005;88(3):1255-1263. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72792-2
39. Montbéliarde Association. [Internet] Selection goals. Available from: https://www.montbeliarde.org/assets/files/Publications/fiches-techniques/Version_anglaise.pdf (cited 12 Oct 2025).
40. Newton JE, Axford MM, Ho PN, Pryce JE. Demonstrating the value of herd improvement in the Australian dairy industry. *Animal Production Science*. 2021;61(3):220. doi: 10.1071/AN20168
41. Nguyen TTT, Richardson CM, Post M, Amer PR, Nieuwhof GJ, Thurn P, Shaffer M. The sustainability index: a new tool to breed for reduced greenhouse-gas emissions intensity in Australian dairy cattle. *Animal Production Science*. 2023;63(11):1126-1135. doi:10.1071/AN23026
42. Nordic Cattle Genetic Evaluation. [Internet]. Nordic Total Merit Index (NTM) – history and development. Available from: <https://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2015/04/Nordic-Total-Merit-Index-NTM-history-and-development.pdf> (cited 10 Oct 2025).
43. Nordic Cattle Genetic Evaluation. [Internet]. NTM – weight factors (4.2/2025). Available from: https://nordicebv.info/wp-content/uploads/2025/02/NTM---weight-factors_04022025.pdf (cited 17 Sept 2025).
44. Obari C. Estimating genetic and genomic relationships to monitor genetic diversity in the Canadian Holstein population. Canada, Ontario, Guelph: University of Guelph; 2024: 75 p.
45. Petrov AF, Bogdanova OV, Narozhnykh KN, Kamaldinov EV, Shatokhin KS, Gart VV, Kulikova SG, Zhigulin TA. Clustering of countries based on dairy productivity characteristics of Holstein cattle for breeding material selection. *Vet World*. 2024;17(5):1108-1118. doi: 10.14202/vetworld.2024.1108-1118
46. Pryce J, Simm G, Coffey M, Stott A. Returns from genetic improvement on indices that include production, longevity, mastitis and fertility in UK circumstances. *Interbull Bulletin*. 1999;23:55.
47. Rensing S, Kipp S, Alkhoder H. RZ€-the new German total merit index expressing breeding impact in Euro. *ICAR Technical Series*. 2021;25:63-68.
48. Rensing S, Pasma E, Reinhardt F, Feddersen F. New total merit index RZG for Holsteins in Germany with more emphasis on herd life. *Interbull Bulletin*. 2002;29:147
49. Sørensen LP, Pedersen J, Kargo M, Nielsen US, Fikse, F, Eriksson JÅ, Aamand GP. Review of Nordic total merit index full report November 2018. Aarhus, Denmark: Nordic Cattle Genetic Evaluation; 2018:93 p.
50. Stoop M, Schrooten C, Vermeer I, de Jong G. Validation and implementation of new genomic traits in The Netherlands: lactose, urea, calf survival, ketosis, conception rate, heifer fertility, and AMS traits. *Interbull Bulletin*. 2015;49.
51. Van Doormaal BJ, Jatou C, Sweett H, Sullivan PG, Fleming A, Miglior F, et al. Modernizing Canada's Lifetime Performance Index (LPI). *Interbull Bulletin*. 2025;61.
52. Van Doormaal BJ, Kistemaker GJ, Beavers L, Sullivan PG. Pro \$: A new profit-based genetic selection index in Canada. *Interbull Bulletin*. 2015;49:103-110.
53. Vanderick S, Wijnrocx K, Vandenplas J, Gillon A, Gengler N. Implementation of a Single-Step genomic evaluation system for dairy cattle in Wallonia, Belgium. *Interbull Bulletin*. 2025;61:48-56.

54. VanRaden PM, Cole JB, Neupane M, et al. Net merit as a measure of lifetime profit: 2021 revision. USDA – ARR NM\$9. 2021. [Internet] Available from: https://uscdeb.com/wp-content/uploads/2025/02/nmcalc-2025_ARR-NM9_without-type_composites.pdf (cited 17 Sept 2025).
55. VanRaden PM. Selection of dairy cattle for lifetime profit. Proceedings 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19-23, 2002, Montpellier, France. 2002;29:127-130.
56. Wrzecińska M, Czerniawska-Piątkowska E, Mylostyvyi R, Chernenko O, Araújo JP, Kowalczyk A, Rzewucka-Wójcik E. Selection indexes in terms of functional features in modern dairy cattle breeding in Europe. *The Journal of Agricultural Science*. 2024;162(3):260-267. doi: 10.1017/S0021859624000388

References

1. Ignatieva LP, Yanglyaeva AA. Using the selection index for estimation the life-long productivity of simmental cows. *Agrarian Science*. 2024;6:62-67. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-383-6-62-67>
2. Melnikova EE. Selection index of cow's breeding values for milk production traits. *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2016;8:6-9.
3. Nedashkovskiy IS, Konte AF, Sermyagin AA. Estimated breeding value on linear assessment of exterior depending on inbreeding coefficient and the level of homozygosity. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2023;01(230):55-65. doi: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-55-65
4. Rakhimov AM, Tleubaev AB, Satyglul S Sh, Dmitrash VK, Saduov NS. New intergrated index of breeding value RZ€ and its application for dairy cattle in Germany: a review. *Problems of Productive Animal Biology*. 2021;3:32-41. doi: 10.25687/1996-6733.prodanimbol.2021.3.32-41
5. Dunin IM, Gerasimov AA, Nikitina SV, Matveeva EA. Estimation of breeding values of Aberdeen-Angus cattle in the Russian Federation according to the methodology of the Eurasian Economic Union. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024;107(3):36-46. doi: 10.33284/2658-3135-107-3-36
6. Fedyayev PM, Lukyanov KI. Modern tendencies in index estimation of dairy cattle breeding value. *Genetics and Breeding of Animals*. 2016;4:11-19.
7. Haynatsky VYu. BLUP Method of breeding assessment of beef sires. *Animal Husbandry and Feed Production*. 2021;104(1):20-30. doi: 10.33284/2658-3135-104-1-20
8. AHDB. [Internet]. Annual Report and Accounts 2013/14. Available from: <https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/About%20AHDB/Reports%20and%20reviews/ARA2013-14.pdf> (cited 17 Sept 2025).
9. AHDB. [Internet]. Profitable Lifetime Index (£PLI) Factsheet. Available from: https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Dairy/Publications/Profitable%20Lifetime%20Factsheet_190121_WEB.pdf (cited 17 Sept 2025).
10. AHDB. [Internet]. Profitable Lifetime Index £PLI. Available from: <https://breedingdairy.ahdb.org.uk/learn/traits-and-indexes/profitable-lifetime-index-pli/> (cited 17 Sept 2025).
11. Alcantara LM, Baes CF, de Oliveira Junior GA, Schenkel FS. Conformation traits of Holstein cows and their association with a Canadian economic selection index. *Canadian Journal of Animal Science*. 2022;102(3):490-500. doi: 10.1139/cjas-2022-0013
12. Alemu SW, Lopdell TJ, Trevarton AJ, Snell RG, Littlejohn MD, Garrick DJ. Comparison of genomic prediction accuracies in dairy cattle lactation traits using five classes of functional variants versus generic SNP. *Genetics Selection Evolution*. 2025;57(1):20. doi: 10.1186/s12711-025-00966-2
13. Axford M, Santos B, Stachowicz K, Quinton C, Pryce JE, Amer P. Impact of a multiple-test strategy on breeding index development for the Australian dairy industry. *Animal Production Science*. 2021;61(18):1940-1950. doi: 10.1071/AN21058

14. Byrne TJ, Santos BFS, Amer PR, Martin-Collado D, Pryce JE, Axford M. New breeding objectives and selection indices for the Australian dairy industry. *Journal of Dairy Science*. 2016;99(10):8146-8167. doi: 10.3168/jds.2015-10747
15. CDCB. [Internet]. Merit evaluation and selection index. Available from: <https://uscdcb.com/merit-selection/> (cited 17 Sept 2025).
16. Cole JB, VanRaden PM. Symposium review: Possibilities in an age of genomics: The future of selection indices. *Journal of Dairy Science*. 2018;101(4):3686-3701. doi: 10.3168/jds.2017-13335
17. CONAFE. [Internet]. Cambios en la nueva escala del ICO, el índice genético para la raza frisona en España. Available from: <https://www.conafe.com/Noticia/TabId/139/ArtMID/656/ArticleID/1105/Cambios-en-la-nueva-escala-del-ICO-el-237ndice-gen233tico-para-la-raza-frisona-en-Espa> 241a.aspx#:~:text= Table_title: %20 Desviaciones%20Table_content:%20 header:%20% 7C%20Caracteres%20%7C,Anchura%20de%20pecho%20%7C%20DT_jun%272023:%204.58%20%7C (cited 18 September 2025)
18. DAERA. [Internet]. Profitable Lifetime Index and Sire Selection. Available https://www.daera-ni.gov.uk/sites/default/files/publications/dard/pliand_sireselection.pdf (cited 17 Sept 2025).
19. DataGene. A pocket guide to ABVs: Australian Breeding Values. Melbourne: DataGene; 2022: 26 p. Available from: <https://www.datagene.com.au/wp-content/uploads/2023/10/ABVs-Pocket-Guide-2022-WEB-Version.pdf> (cited 17 Sept 2025).
20. Educastur. [Internet]. El ICO y la mejora genética del ganado vacuno Holstein. Available from: <https://educastur.es/ico-holstein> (cited 17 Sept 2025).
21. Emhimad A, Polman L, Rensing S, Liu Z, Alkhoder H, Reents R, Heise J. Breeding for feed efficiency in German Holsteins: the new RZFeedEfficiency. *Interbull Bulletin*. 2024;60:47-53.
22. EuroGenomics. [Internet]. 6 Total Merit Indexes under EuroGenomics. Available from: <https://www.eurogenomics.com/genomic-breeding-values/6-total-merit-indexes.html> (cited 17 Sept 2025).
23. EuroGenomics. [Internet]. More Genomic Breeding Values on the Dutch-Flemish scale. Available from: https://www.eurogenomics.com/genomic-breeding-values/look-at-rankings/about_gNVI.html (accessed 17 Sept 2025).
24. EuroGenomics. [Internet]. More Genomic Breeding Values on the German scale. Available from: <https://www.eurogenomics.com/genomic-breeding-values/german-scale.html> (cited 17 Sept 2025).
25. EuroGenomics. [Internet]. More Genomic Breeding Values on the Spanish scale. Available from: https://www.eurogenomics.com/genomic-breeding-values/look-at-rankings/about_gICO.html (cited 17 Sept 2025).
26. GGI-SPERMEX. [Internet]. News: Holstein breeding value estimation with state-of-the-art Single-Step method from April 2025. Available from: <https://www.ggi-spermex.de/en/service/news:-holstein-breeding-value-estimation-with-state-of-the-art-single-step-method-from-april-2025-1753.html> (cited 17 Sept 2025).
27. González-Recio O, López-Paredes J, Ouatahar L, Charfeddine N, Ugarte E, Alenda R, Jiménez-Montero JA. Mitigation of greenhouse gases in dairy cattle via genetic selection: 2. Incorporating methane emissions into the breeding goal. *J Dairy Sci*. 2020;103(8):7210-7221. doi: 10.3168/jds.2019-17598
28. Hazel LN. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*. 1943;28(6):476-490. doi: 10.1093/genetics/28.6.476
29. Holstein Association USA. [Internet]. TPI Formula – April 2025 Available from: https://www.holsteinusa.com/genetic_evaluations/ss_tpi_formula.html (cited 17 Sept 2025).
30. IDELE [Internet]. Note IBL 2022-4: Adaptation des formules ISU au contexte Single Step. 2022. Available from: <https://idele.fr/detail-article/note-ibl-2022-4-adaptation-des-formules-isu-au-contexte-single-step> (cited 12 Oct 2025).
31. IDELE. [Internet]. La race Prim'Holstein va intégrer la parenté dans l'ISU. Available from: <https://idele.fr/detail-article/la-race-primholstein-va-integrer-la-parente-dans-lisu> (cited 12 Oct 2025).

32. Kargo M, Hjortø L, Toivonen M, Eriksson JA, Aamand GP, Pedersen J. Economic basis for the Nordic Total Merit index. *Journal of Dairy Science*. 2014;97(12):7879-7888. doi: 10.3168/jds.2013-7694
33. Lactanet. [Internet]. Lifetime Performance Index (LPI) Formula – April 2025. Available from: <https://lactanet.ca/en/lifetime-performance-index-lpi-formula> (cited 17 Sept 2025).
34. Lactanet. [Internet]. The Modernized LPI – Launching April 2025. Available from: <https://lactanet.ca/en/the-modernized-lpi-launching-april-2025/> (cited 16 Sept 2025).
35. Leclerc H, Lepers A, Baur A, Barbat A, Tribout T, Fritz S. A single-step genomic evaluation of claw health traits in French Holstein, Montbéliarde and Normande breeds. *Interbull Bulletin*. 2023;59:207-212.
36. Liu Z, Alkhoder H, Polman L, Reents R, Heise J. Introduction of single-step genomic evaluations in German Holsteins. *Interbull Bulletin*. 2025;61:57-65.
37. Martin-Collado D, Byrne TJ, Amer PR, Santos BFS, Axford M, Pryce JE. Analyzing the heterogeneity of farmers' preferences for improvements in dairy cow traits using farmer typologies. *Journal of Dairy Science*. 2015;98(6):4148-4161. doi: 10.3168/jds.2014-9194
38. Miglior F, Muir BL, Van Doormaal BJ. Selection indices in Holstein cattle of various countries. *J Dairy Sci*. 2005;88(3):1255-1263. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72792-2
39. Montbéliarde Association. [Internet] Selection goals. Available from: https://www.montbeliarde.org/assets/files/Publications/fiches-techniques/Version_anglaise.pdf (cited 12 Oct 2025).
40. Newton JE, Axford MM, Ho PN, Pryce JE. Demonstrating the value of herd improvement in the Australian dairy industry. *Animal Production Science*. 2021;61(3):220. doi: 10.1071/AN20168
41. Nguyen TTT, Richardson CM, Post M, Amer PR, Nieuwhof GJ, Thurn P, Shaffer M. The sustainability index: a new tool to breed for reduced greenhouse-gas emissions intensity in Australian dairy cattle. *Animal Production Science*. 2023;63(11):1126-1135. doi:10.1071/AN23026
42. Nordic Cattle Genetic Evaluation. [Internet]. Nordic Total Merit Index (NTM) – history and development. Available from: <https://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2015/04/Nordic-Total-Merit-Index-NTM-history-and-development.pdf> (cited 10 Oct 2025).
43. Nordic Cattle Genetic Evaluation. [Internet]. NTM – weight factors (4.2/2025). Available from: https://nordicebv.info/wp-content/uploads/2025/02/NTM—weight-factors_04022025.pdf (cited 17 Sept 2025).
44. Obari C. Estimating genetic and genomic relationships to monitor genetic diversity in the Canadian Holstein population. Canada, Ontario, Guelph: University of Guelph; 2024: 75 p.
45. Petrov AF, Bogdanova OV, Narozhnykh KN, Kamaldinov EV, Shatokhin KS, Gart VV, Kulikova SG, Zhigulin TA. Clustering of countries based on dairy productivity characteristics of Holstein cattle for breeding material selection. *Vet World*. 2024;17(5):1108-1118. doi: 10.14202/vetworld.2024.1108-1118
46. Pryce J, Simm G, Coffey M, Stott A. Returns from genetic improvement on indices that include production, longevity, mastitis and fertility in UK circumstances. *Interbull Bulletin*. 1999;23:55.
47. Rensing S, Kipp S, Alkhoder H. RZ€-the new German total merit index expressing breeding impact in Euro. *ICAR Technical Series*. 2021;25:63-68.
48. Rensing S, Pasman E, Reinhardt F, Feddersen F. New total merit index RZG for Holsteins in Germany with more emphasis on herd life. *Interbull Bulletin*. 2002;29:147
49. Sørensen LP, Pedersen J, Kargo M, Nielsen US, Fikse, F, Eriksson JÅ, Aamand GP. Review of Nordic total merit index full report November 2018. Aarhus, Denmark: Nordic Cattle Genetic Evaluation; 2018:93 p.
50. Stoop M, Schrooten C, Vermeer I, de Jong G. Validation and implementation of new genomic traits in The Netherlands: lactose, urea, calf survival, ketosis, conception rate, heifer fertility, and AMS traits. *Interbull Bulletin*. 2015;49.
51. Van Doormaal BJ, Jatón C, Sweett H, Sullivan PG, Fleming A, Miglior F, et al. Modernizing Canada's Lifetime Performance Index (LPI). *Interbull Bulletin*. 2025;61.

52. Van Doormaal BJ, Kistemaker GJ, Beavers L, Sullivan PG. Pro \$: A new profit-based genetic selection index in Canada. *Interbull Bulletin*. 2015;49:103-110.
53. Vanderick S, Wijnrocx K, Vandenplas J, Gillon A, Gengler N. Implementation of a Single-Step genomic evaluation system for dairy cattle in Wallonia, Belgium. *Interbull Bulletin*. 2025;61:48-56.
54. VanRaden PM, Cole JB, Neupane M, et al. Net merit as a measure of lifetime profit: 2021 revision. USDA – ARR NM\$9. 2021. [Internet] Available from: https://uscdeb.com/wp-content/uploads/2025/02/nmcalc-2025_ARR-NM9_without-type_composites.pdf (cited 17 Sept 2025).
55. VanRaden PM. Selection of dairy cattle for lifetime profit. *Proceedings 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, August 19-23, 2002, Montpellier, France. 2002;29:127-130.
56. Wrzecińska M, Czerniawska-Piątkowska E, Mylostyvyi R, Chernenko O, Araújo JP, Kowalczyk A, Rzewucka-Wójcik E. Selection indexes in terms of functional features in modern dairy cattle breeding in Europe. *The Journal of Agricultural Science*. 2024;162(3):260-267. doi: 10.1017/S0021859624000388

Информация об авторах:

Полина Сергеевна Богатова, младший научный сотрудник лаборатории молекулярных и биологических исследований, Уральский государственный аграрный университет, 620000, Россия, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, дом 42, тел.: +7-900-21-46-906.

Оксана Евгеньевна Лиходеевская, кандидат биологических наук, доцент, заведующая лабораторией молекулярных и биологических исследований, Уральский государственный аграрный университет, 620000, Россия, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, дом 42, тел.: +7-908-63-22-658.

Георгий Александрович Лиходеевский, младший научный сотрудник лаборатории молекулярных и биологических исследований, Уральский государственный аграрный университет, 620000, Россия, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, дом 42, тел.: +7-999-55-93-188.

Information about the authors:

Polina S Bogatova, Junior Researcher, Laboratory of Molecular and Biological Research, Ural State Agrarian University, Russia, Yekaterinburg, Karla Libknekhta St., 42, 620000, tel.: +7-900-21-46-906.

Oksana E Lihodeevskaya, Cand. Sci. (Biology), Associate Professor, Head of Laboratory of Molecular and Biological Research, Ural State Agrarian University, Russia, Yekaterinburg, Karla Libknekhta St., 42, 620000, tel.: +7-908-63-22-658.

Georgiy A Lihodeevskiy, Junior Researcher, Laboratory of Molecular and Biological Research, Ural State Agrarian University, Russia, Yekaterinburg, Karla Libknekhta St., 42, 620000, tel.: +7-999-55-93-188.

Статья поступила в редакцию 16.12.2025; одобрена после рецензирования 20.02.2026; принята к публикации 16.03.2026.

The article was submitted 16.12.2025; approved after reviewing 20.02.2026; accepted for publication 16.03.2026.