

А. В. Петрова, Е. А. Романова, Е. Н. Васильева

Применение метода BLUP Animal Model в оценке племенной ценности маточного поголовья айрширского скота

Аннотация.

Цель: оценка племенной ценности маточного поголовья айрширского скота 13 племенных хозяйств различных регионов РФ методом BLUP Animal Model.

Материалы и методы. В анализируемую выборку вошли данные по 14450 коровам с датой первого отела 1987 – 2021 гг., которые проанализированы на наличие ошибок идентификации, несовпадений в датах рождения родителей и потомков. Прогноз племенной ценности коров по признакам молочной продуктивности за 1 лактацию произведен методом наилучшего линейного несмещенного прогноза BLUP Animal Model с использованием программы RStudio.

Результаты. Изучена динамика значений EBV по удою в течение исследуемого временного периода с разным количеством коров первого отела. Оценки EBV менялись не только в зависимости от уровня абсолютного удоя первотелок, но и под влиянием таких факторов как воспроизводство, количество оцениваемого поголовья, а также от менеджмента, по которым различались стада.

Заключение. Проведенная оценка племенной ценности методом BLUP AM позволила достоверно оценить исследуемый массив животных маточного поголовья айрширской породы в хозяйствах РФ. Выявлены лучшие и худшие производители по показателю удоя с учетом эффектов влияния различных факторов.

Ключевые слова: айрширская порода, молочная продуктивность, BLUP AM, EBV.

Авторы:

Петрова А. В. – e-mail: anusha.82@mail.ru;

Романова Е. А. – e-mail: splicing86@gmail.com;

Васильева Е. Н. – кандидат сельскохозяйственных наук; e-mail: tulinova_59@mail.ru.

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста» (ВНИИГРЖ); 196601, Россия, г. Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Московское шоссе, д. 55а.

Введение. Эффективность применения методологии BLUP для оценки племенных качеств животных показана как зарубежными, так и отечественными исследователями. На протяжении десятилетий ученые совершенствуют и оттачивают метод, который не теряет свою актуальность, подстраивая модель для получения более достоверных результатов, разделяя влияние на оценку всех средовых, генетических факторов, а также влияние предков [1, 2, 3, 4].

Использование модели BLUP Animal Model позволяет максимально точно и эффективно применять данные зоотехнического и племенного учета для расчета и контроля селекционно-генетических параметров животных [5].

С 2021 года в Российской Федерации действующим инструментом оценки быков по качеству потомства является «Методика оценки племенной ценности крупного рогатого скота

молочного направления продуктивности», разработанная ФГБНУ ВНИИплем с использованием оценок BLUP Sire Model [6].

При использовании метода BLUP возрастает точность прогноза оценки ПЦ животных, и при этом экономический эффект достигается значительно раньше, что ведет к селекционному прогрессу в популяции [7, 8].

Цель исследований — оценка племенной ценности маточного поголовья айрширского скота 13 племенных хозяйств различных регионов РФ методом BLUP Animal Model (BLUP AM).

Материалы и методы. Материалом исследования послужили данные по продуктивности дочерей генотипированных быков-производителей айрширской породы с датами первого отела с 1987 по 2021 гг. Первично полученная выборка содержала фенотипическую информацию по 175421 коровам 13 хозяйств РФ. Исключалось

дублирование одних и тех же производителей с разными индивидуальными номерами; использование одного универсального номера для разных животных и т.д. Проведена предварительная обработка и удаление недостоверных данных и информативных пропусков. В итоге сформирована электронная база данных, имеющая записи от 14450 животных.

Полученная информация из баз «СЕЛЭКС» 13 племенных хозяйств различных регионов РФ в формате Excel послужила основой сформированной выборки данных, которые прошли предварительную обработку на исключение пустых записей по продуктивности, пригодным для оценки племенных животных методом BLUP Animal Model, проанализированы на наличие ошибок идентификации в родословных коров, а так же несовпадения в датах рождения родителей и потомков.

Недостающие данные по быкам дополнены из электронной базы данных компьютерной программы «СГС-ВНИИГРЖ» - «Картотека быков айрширской породы КРС» [9].

Записи продуктивности и воспроизводительных качеств исследуемой группы животных содержат следующую информацию: год рождения животного, хозяйство содержания, показатели удою, молочного жира и белка в килограммах за 305 дней лактации, даты отела и плодотворного осеменения.

Прогноз племенной ценности коров по признакам молочной продуктивности за 1 лактацию произведен методом BLUP Animal Model (Best Linear Unbiased Prediction). Расчеты проведены с использованием программы RStudio.

Методом ограниченного максимального правдоподобия (Restricted Maximum Likelihood Estimation, REML) рассчитаны varianсы, ковариансы и стандартные ошибки дисперсии. Оценки племенной ценности первотелок EBV (Estimation Breeding Value) получали с помощью программы семейства BLUPF90 [10, 11].

Используемая модель оценки BLUPAM имела вид:

$$Y_{ijk} = \mu + HYS_i + b_1 AFC_k + b_2 DO_k + Animal_k + e_{ijk},$$

где Y_{ijk} — результирующий показатель (удой, количество молочного жира, количество молочного белка) k -й первотелки, дочери j -го быка, лактировавшей в i -ой градации «стадо — год — сезон»;

μ — популяционная константа;

HYS_i — фиксированный фактор i -й градации:

H — племенной завод или племрепродуктор содержания животного; Y — календарный год отела коровы; S — кварталный сезон отела коровы;

b_1 — коэффициент линейной регрессии результирующего фактора на возраст первого отела;

AFC_k — возраст 1-го отела k -ой коровы (мес.);

b_2 — коэффициент квадратичной регрессии результирующего фактора на сервис-период; DO_k — продолжительность сервис-периода k -й коровы (в днях);

$Animal_k$ — рандомизированный эффект животного;

e_{ijk} — остаточный эффект модели, связанный с влиянием факторов, не учтенных в уравнении оценки.

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

$$REL = 1 - PEV_i / \sigma_a^2,$$

где PEV (Prediction Error Variance) — прогнозируемая ошибка дисперсии или доля аддитивной генетической varianсы, не учитываемая прогнозом; σ_a^2 — аддитивная генетическая varianса.

Результаты и обсуждение В среднем по исследуемой выборке первотелок удои за 305 дней лактации составил 6995 ± 12 кг при выходе молочного жира $286,7 \pm 0,5$ кг и белка $239,7 \pm 0,4$ кг (табл.1). Возраст первого отела при невысоком коэффициенте изменчивости 11,4 % находится в пределах средних значений для данного показателя воспроизводительных качеств и составил $26 \pm 0,02$ мес. Сервис период отличается значительным коэффициентом изменчивости - 67,2 %, что указывает на вариабельность данного признака и возможность результирующего отбора по нему. При минимальном значении данного показателя в 21 день и максимальном в 400 дней в среднем его значение составило 127 дней.

Рассчитанные оценки EBV с использованием выбранной модели методом BLUP AM по представленной выборке в среднем составили по удою - $14,30 \pm 2,23$ кг, молочному жиру - $0,76 \pm 0,08$ кг и белку - $0,86 \pm 0,06$ кг.

Достоверность оценки коров, равная по удою 0,41, по жиру 0,40 и белку 0,37, обусловлена не только большим количеством животных данной выборки, лактировавших на протяжении дли-

Таблица 1. Статистические параметры хозяйственно полезных признаков в объединенной исследуемой выборке первотелок айрширской породы (n=14450)

Показатели	Абсолютные данные					EBV		
	Удой за 305 дн., кг	Жир, кг	Белок, кг	Сервис-период, дн.	Возраст 1-го отела, мес.	Удой за 305 дн., кг	Жир, кг	Белок, кг
Среднее (М)	6995	286,7	239,7	127	26	-14,3	-0,76	-0,68
Среднее квадратичное отклонение (σ)	1423	60	43	85	3	273,74	10,33	7,76
Ошибка среднего (m)	12	0,5	0,4	1	0,02	2,23	0,08	0,06
min	2507	70,8	70,8	21	21	-1467,7	-56,69	-39,57
max	12534	528,8	424,2	400	30	1322,78	48,98	33,9
Коэффициент изменчивости (Cv)	20,3	20,9	17,9	67,2	11,4	-	-	-

тельного периода с 1987 по 2021 гг., но и полной данных по родословной, с минимальными группами неизвестных предков.

Величина наследуемости удоя за 305 дней лактации составила $h^2 = 0,252$, для молочного жира — 0,228 и молочного белка — 0,212, что находится в пределах биологической нормы живот-

ных и указывает на возможность дальнейшего отбора по данным признакам и повышение эффекта селекции. Коровы исследуемой выборки по показателю EBV по удою имели нормальное распределение (рис. 1). Процент животных с положительными оценками EBV по удою составил 47,6 % или 6872 голов.

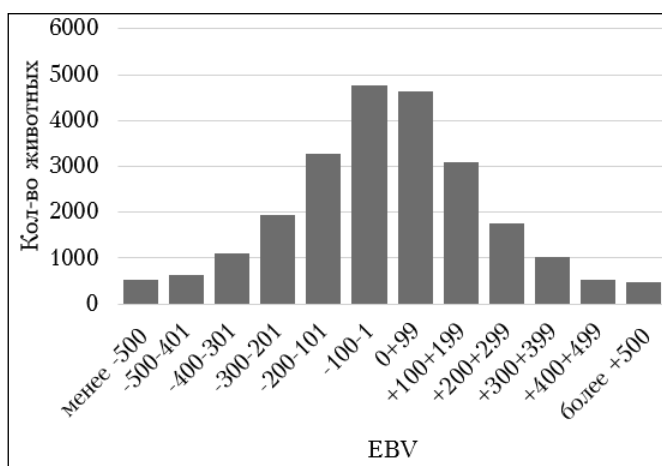


Рис. 1. Распределение коров по уровню EBV по удою.

В связи с тем, что временной период 1-го отела был в диапазоне с 1987 по 2021 гг., наблюдался рост количества животных выборки от начала до конца исследуемого периода, то и колебания значений EBV имели большой размах в начале периода и выравнивались к его окончанию. Распределение оценок EBV в группах с количеством коров более 1000 голов в зависимости от их года рождения представлено на рисунке 2.

В период с 2014 по 2017 гг. наблюдался стабильный рост оценок, оборвавшийся резким падением в 2018 г., но в дальнейшем до 2020 г. их значения восстанавливались, соответственно, линия тренда имела положительный прогноз.

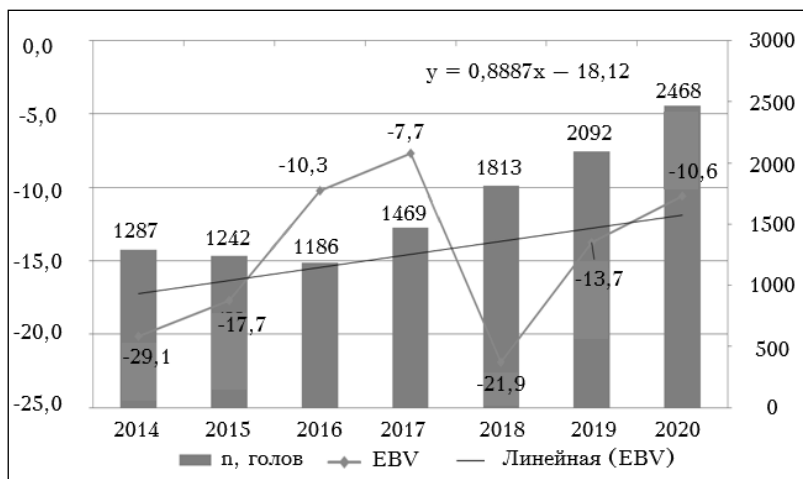


Рис. 2. Динамика оценок BLUP по молочной продуктивности коров в зависимости от года их первой лактации.

Уровни средних оценок EBV по удою по хозяйствам имели отрицательные значения, которые колебались от -32,1 кг в Томской области до -5,8 кг в Республике Карелия. Оценки EBV менялись не только в зависимости от уровня абсолютного удоя первотелок, но и под влиянием таких факторов как воспроизводство, количество оцениваемого поголовья, а также от менеджмента, по которым различались стада.

На рисунке 3 показаны средние значения EBV по удою дочерей 40 достоверно оцененных генотипированных быков-производителей.

Из 60 генотипированных быков достоверную оценку, не менее 60%, получили 40 голов, остальные производители и данные об их дочерях использовались в качестве фона при сравнении. Самые низкие оценки по удою, из достоверно оцененных, получили быки под номерами: 30 (-1006 кг), 39 (-993 кг) и 3 (-634 кг), а самые высокие 36 (+710 кг), 1 (+702 кг) и 7 (646 кг).

Заключение. Проведенная оценка племенной ценности первотелок по продуктивным качествам методом BLUP AM позволила оценить 14450 жи-

вотных маточного поголовья айрширского скота из 13 племенных хозяйств РФ.

Показан положительный прогноз племенной ценности животных с учетом эффекта влияния различных факторов. Полученные оценки являются достоверными за счет многочисленной выборки с минимальными группами неизвестных предков. Из 40 достоверно оцененных генотипированных быков-производителей выявлены лучшие и худшие представители исследуемой выборки.

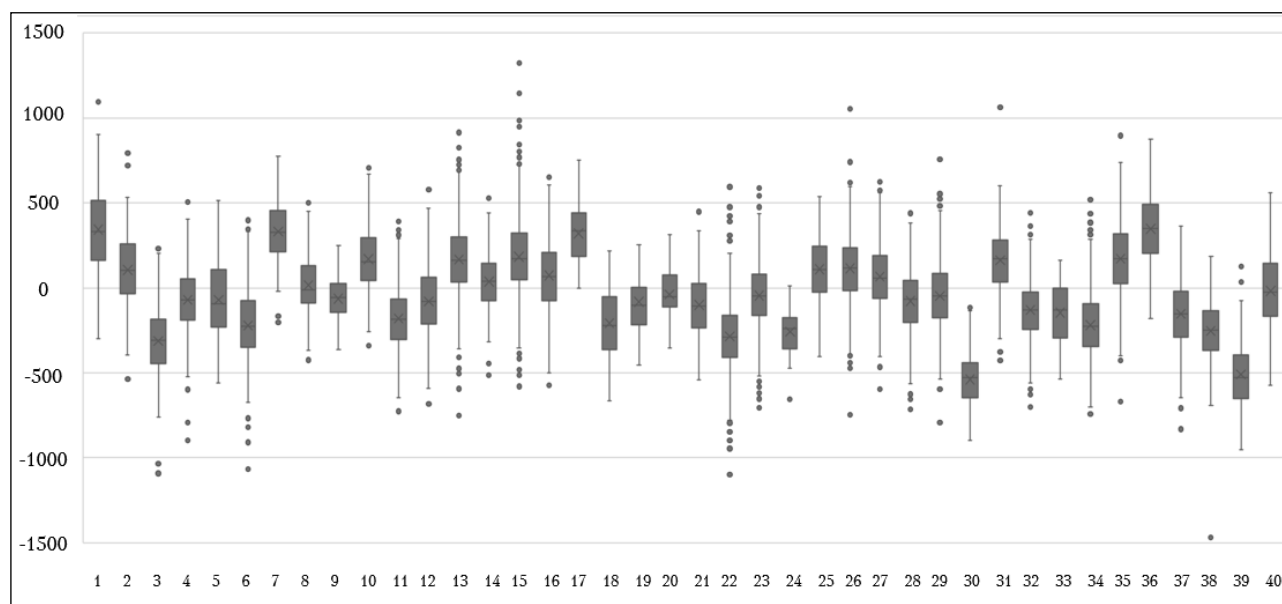


Рис. 3. Средние значения EBV по удою дочерей 40 быков-производителей.

Работа проведена в рамках выполнения научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ по теме № 121052600344-8.

Литература

1. Романова Е. А. Построение региональных селекционных индексов для коров айрширской популяции РФ / Е. А. Романова, О. В. Тулинова // Генетика и разведение животных. — 2023. — № 2. — С. 28-35. Doi.org/10.31043/2410-2733-2023-2-28-35.
2. Хайнацкий В. Ю. Метод племенной оценки быков-производителей мясных пород на основе BLUP / В. Ю. Хайнацкий // Животноводство и кормопроизводство. — 2021. — Т. 104. — С. 23-31. Doi: 10.33284/2658-3135-104-1-20.
3. Фирсова Э. В. Результаты оценки племенной ценности линий при помощи методов сравнения со сверстницами и BLUP на поголовье крупного рогатого скота мурманской области / Э. В. Фирсова, А. П. Карташова // Аграрный вестник Урала. — 2021. — № 5. — С. 63-70. Doi:10.32417/1997-4868-2021-208-05-63-70.
4. Kudinov A. A. Application of BLUP AM in Russian Ayrshire cattle breeding value evaluation / A. A. Kudinov, A.V. Petrova, K.V. Plemyashov // The international conference on the Status of plant & animal genome research. — 2017. — San Diego, CA, 14–18 January. — P. 0425.
5. Сермягин А. А. Сравнительная характеристика стад крупного рогатого скота на основе оценки племенной ценности коров методом BLUP ANIMAL MODEL / А. А. Сермягин, И. Н. Янчуков, Е. Е. Мельникова [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2018. — № 9. — С. 160-167.
6. Петрова А. В. Возможность создания референтной популяции крупного рогатого скота айрширской породы / А. В. Петрова, Е. Н. Васильева // Генетика и разведение животных. — 2022. — № 3. — С. 111-118. Doi 10.31043/2410-2733-2022-3-111-118.

7. Игнатъева Л. П. Использование метода BLUP ANIMAL MODEL для оценки племенной ценности коров симментальской породы / Л. П. Игнатъева, А. А. Сермягин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2021. — № 4(56). — С. 188-194. Doi 10.18286/1816-4501-2021-4-188-194.
8. Романова Е. А. Оценка эффективности моделирования отбора коров айрширской породы по полифакторному селекционному индексу * / Е. А. Романова, О. В. Тулинова // Молочное и мясное скотоводство. — 2022. — № 3. — С. 16-20. Doi 10.33943/MMS.2022.89.59.003.
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015663613 Российская Федерация. Селекционно-генетическая статистика — ВНИИГРЖ: № 2015617820: заявл. 26.08.2015: опубл. 25.12.2015 / С. М. Сергеев, О. В. Тулинова; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных".
10. Misztal I. BLUPF90 and related programs (BGF90). Proceedings of the 7th world congress on genetics applied to livestock production / I. Misztal, S. Tsruta, T. Strabel, B. Auvray, T. Druet, D.H. Lee // Montpellier, Communication. — 2002. — No. 28 — 07. — Vol. 28. — P. 21–22.
11. Misztal I. Computational techniques in animal breeding. University of Georgia // Athens. — 2014, USA. — 200 p.

Petrova A., Romanova E., Vasileva E.

Application of the BLUP Animal Model method in assessing the breeding value of the breeding stock of Ayrshire cattle

Abstract.

The aim of the study is to assess the breeding value of the breeding stock of Ayrshire cattle from 13 breeding farms in various regions of the Russian Federation using the BLUP Animal Model method.

Materials and methods. *The analyzed sample included data on 14,450 cows with a first calving date of 1987 – 2021, which were analyzed for identification errors and discrepancies in the dates of birth of parents and offspring. The forecast of the breeding value of cows based on milk productivity traits for 1 lactation was made using the best linear unbiased forecast method BLUP Animal Model using the RStudio program.*

Results. *The dynamics of milk yield EBV values during the studied time period with different numbers of first calving cows was studied. EBV estimates varied not only depending on the level of absolute milk yield of first-calving cows, but also under the influence of factors such as reproduction, the number of herds being assessed, as well as management, by which herds differed.*

Conclusion. *The assessment of breeding value using the BLUP AM method made it possible to reliably evaluate the studied array of animals of the Ayrshire breed breeding stock on farms in the Russian Federation. The best and worst producers in terms of milk yield were identified, taking into account the effects of various factors.*

Key words: *Ayrshire breed; milk yield; BLUP AM; EBV.*

Authors:

Petrova A. – e-mail: anusha.82@mail.ru;

Romanova E. – e-mail: splicing86@gmail.com;

Vasileva E. – PhD (Agr. Sci.); e-mail: tulinova_59@mail.ru;

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of the L. K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, 196601, Russian, St. Petersburg, Pushkin, Tyarlevo, Moskovskoe sh. 55a.

References

1. Romanova E. A. Construction of regional breeding indices for cows of the Ayrshire population of the Russian Federation / E. A. Romanova, O. V. Tulinova // *Genetika i razvedenie zhivotnyh*. – 2023. – №2. – P. 28-35. - Doi.org/10.31043/2410-2733-2023-2-28-35.
2. Khainatskiy V. Yu. Method of breeding assessment of servicing bulls of meat breeds on the basis of BLUP / V. Yu. Khainatskiy // *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*. – 2021. – V. 104. – P. 23-31. Doi: 10.33284 / 2658-3135-104-1-20.
3. Firsova E. V. Assessment results of the cattle breeding value of lines with application of methods of peer comparison and BLUP in Murmansk region / E. V. Firsova, A. P. Kartashova // *Agrarnyj vestnik Urala*. – 2021. – №5. – P. 63-70. Doi: 10.32417 / 1997-4868-2021-208-05-63-70.
4. Kudinov A. A. Application of BLUP AM in Russian Ayrshire cattle breeding value evaluation / A. A. Kudinov, A. V. Petrova, K. V. Plemyashov // *The international conference on the Status of plant & animal genome research*. - 2017. - San Diego, CA, 14-18 January. – P. 0425.
5. Sermyagin A. A. Comparative characteristics of cattle herds based on the assessment of the breeding value of cows using the BLUP ANIMAL MODEL method / A. A. Sermyagin, I. N. Yanchukov, E. E. Melnikova, S. N. Kharitonov, R. V. Nekrasov // *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – 2018. – № 9. – P. 160-167.
6. Petrova A. Possibility of creating a reference population of Ayrshire cattle / A. Petrova, E. Vasileva // *Genetika i razvedenie zhivotnyh*. – 2022. – № 3. – P. 111-118. Doi: 10.31043/2410-2733-2022-3-111-118.
7. Ignatieva L. P. Usage of the Blup Animal Model for estimation of the breeding value of Simmental cows / L. P. Ignatieva, A. A. Sermyagin // *Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – 2021. – 4 (56). – P. 188-194. Doi: 10.18286/1816-4501-2021-4-188-194.
8. Romanova E. A. Assessment of the effectiveness of modeling the selection of Ayrshire breed cows according to the polyfactor breeding index / E. A. Romanova, O. V. Tulinova // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. – 2022. – № 3. – P. 16-20. Doi: 10.33943/MMS.2022.89.59.003.
9. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registratsii programmy dlya EVM № 2015663613 Rossiyskaya Federatsiya. Seleksionno-geneticheskaya statistika – VNIIGRZH: № 2015617820: zayavl. 26.08.2015: opubl. 25.12.2015 / S. M. Sergeev, O. V. Tulinova; zayavitel' Federal'noye gosudarstvennoye byudzhethnoye nauchnoye uchrezhdeniye "Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut genetiki i razvedeniya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh".
10. Misztal I. BLUPF90 and related programs (BGF90). Proceedings of the 7th world congress on genetics applied to livestock production / I. Misztal, S. Tsuruta, T. Strabel, B. Auvray, T. Druet, D. H. Lee // *Montpellier, Communication*. – 2002. – No. 28 – 07. – Vol. 28. – P. 21–22.
11. Misztal I. Computational techniques in animal breeding. University of Georgia // Athens. – 2014, USA. – 200 p.