

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГОЛШТИНСКОЙ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ ПО ПРОДУКТИВНОСТИ ДОЧЕРЕЙ НА ОСНОВЕ ОФИЦИАЛЬНОЙ ИНСТРУКЦИИ И МОДЕЛИ BLUP

К.Ж. ЖУМАНОВ<sup>1,2</sup>, Т.Н. КАРЫМСАКОВ<sup>1</sup>, М.А. КИНЕЕВ<sup>1</sup>,  
М.В. ТАМАРОВСКИЙ<sup>1</sup>, А.Д. БАЙМУКАНОВ<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> ТОО «Казахский научно-исследовательский институт  
животноводства и кормопроизводства;

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»;

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Российский государственный аграрный университет –  
МСХА им. К.А. Тимирязева)

*В практике селекционно-племенной работы с молочным скотом в Республике Казахстан согласно действующей «Инструкции» при оценке быков-производителей молочных пород по качеству потомства действует принцип «Дочери-сверстницы», то есть проводится сравнение фенотипических показателей дочерей проверяемых быков с соответствующими показателями сверстниц. В странах с развитым молочным скотоводством Европы, в Канаде, США и др. для достоверного прогноза генетической ценности индивидуумов (в первую очередь – быков-производителей) применяется метод наилучшего линейного несмещенного прогноза (BLUP-метод), когда племенная ценность производителей определяется отклонением величин развития признаков оцениваемого животного от средних его значений по популяции. Исследования, направленные на совершенствование селекционных программ, в том числе оценки племенной ценности быков-производителей молочных пород, с использованием методов BLUP на основе продуктивных качеств массива скота молочных пород Республики Казахстан, являются весьма актуальными.*

*Материалом исследований послужили данные о фенотипических показателях признаков молочной продуктивности коров-первотелок (уровень удоя, содержание жира и белка в молоке, выход молочного жира и белка) голштинской черно-пестрой породы молочного скота, полученные из республиканской базы данных информационно-аналитической системы Республики Казахстан за 2016–2017 гг.*

*Установлено, что при оценке по официальной «Инструкции» в 2016 г. из 256 быков племенную категорию получили 16 производителей (6,2%), в 2017 г. – 14 производителей (9,2%) из 152 быков, а за совокупный период из 249 производителей – 30 быков (12,0%). Результаты проведенных исследований доказывают, что использование в селекции молочного скота классической «Инструкции» имеет меньшую результативность (на 42,8–90,0%) в сравнении с оценкой племенной ценности быков на основе метода BLUP.*

*Отбор быков-производителей в селекционные группы на основе методологии «Дочери-сверстницы» является недостаточно надежным и приводит к неэффективному отбору животных. При сопоставлении результатов оценки племенных качеств быков-производителей, рассчитанных по двум методам во все сравниваемые периоды (2016, 2017, 2016–2017 гг.), установлено явное превосходство метода BLUP над действующей в Республике Казахстан «Инструкцией».*

**Ключевые слова:** голштинский черно-пестрый скот, метод BLUP, племенная ценность, молочная продуктивность, достоверность, корреляция.

## Введение

Селекционно-племенная работа в молочном скотоводстве базируется на трех основных составляющих: оценке племенной ценности животных при отборе и подборе пар для воспроизводства, формировании селекционных групп и интенсивном их использовании в репродукции генетического материала селекционируемой популяции [1, 2]. Из сопутствующих мероприятий главенствующую роль играют точность и объективность оценки племенных качеств животных [3, 4].

В практике селекционно-племенной работы с молочным скотом в Республике Казахстан согласно действующей «Инструкции» оценка быков-производителей молочных пород по качеству потомства осуществляется по принципу «Дочери-сверстницы», то есть проводится сравнение фенотипических показателей дочерей проверяемых быков с соответствующими показателями сверстниц.

В странах с развитым молочным скотоводством Европы, в Канаде, США и др. для достоверного прогноза генетической ценности индивидуумов (в первую очередь – быков-производителей) применяется метод наилучшего линейного несмещенного прогноза (BLUP-метод), когда племенная ценность производителей определяется отклонением величин развития признаков оцениваемого животного от средних его значений по популяции.

Известно, что эффективность селекционно-племенной работы не только в молочном скотоводстве, но и во всех отраслях животноводства в первую очередь зависит от объективности методов определения и прогнозирования генетической ценности животных. В этом контексте целью исследований является сравнение методов оценки племенных качеств быков-производителей по действующей в Республике Казахстан «Инструкции» и по разработанному и оптимизированному нами уравнению BLUP.

## Материал и методы исследований

Материалом исследований послужил данные о фенотипических показателях признаков молочной продуктивности коров-первотелок (уровень удоя, содержание жира и белка в молоке, выход молочного жира и белка) голштинской черно-пестрой породы молочного скота, полученные из республиканской базы данных информационно-аналитической системы Республики Казахстан за 2016–2017 гг. Для определения племенных качеств быков по продуктивности дочерей были использованы две процедуры: оценка по официальной «Инструкции по проверке быков молочных и молочно-мясных пород по качеству потомства» и применение метода наилучшего линейного несмещенного прогноза (BLUP, Sire Mode) [5, 6]. Определение достоверности полученных значений оценки племенных качеств быков-производителей при решении уравнения смешанной модели проводилась на основе оценки коэффициента достоверности, определяемого по величинам диагональных элементов инвертированной подматрицы  $Z'Z$  [7]. Коэффициенты корреляции между признаками устанавливались по формуле Пирсона, а коэффициенты ранговой корреляции – по формуле Спирмена. Анализ результатов исследований осуществляли с использованием общепринятых методов статистической обработки данных, применяемых в биологических исследованиях [8–15].

## Результаты исследования

Для оценки эффективности применения в селекции рассматриваемых методов оценки племенных качеств производителей по молочной продуктивности потомства

в популяции голштинского черно-пестрого скота проведен анализ результатов, полученных на основе прямого сопоставления показателей продуктивности дочерей и сверстниц (ДС) в соответствии с действующей «Инструкцией» и с применением оптимизированного уравнения модели наилучшего линейного несмещенного прогноза (BLUP).

Для объективности анализа все результаты были получены на основе материалов из одной и той же информационной базы данных исследуемой популяции животных. Данные о поголовье оцененных производителей и средней численности их дочерей при использовании разных методологий оценки племенной ценности приведены в таблице 1.

При оценке по официальной «Инструкции» в 2016 г. из 256 быков племенную категорию получили 16 производителей (6,2%), в 2017 г. – 14 производителей (9,2%) из 152 быков, а за совокупный период из 249 производителей – 30 быков (12,0%). По методу BLUP из всего исследуемого поголовья в 2016, 2017 гг. и в совокупный период оценки численность достоверно оцененных производителей соответственно составила 29, 24, 57 гол.

В проведенных исследованиях при оценке племенной ценности быков-производителей во все сравниваемые годы наблюдается численное превосходство быков, оцененных по методу BLUP, в сравнении с численностью животных, оцененных по «Инструкции», действующей в настоящее время в Республике Казахстан: в 2016 г. – на 81,2%, в 2017 г. – на 58,3%, в совокупный период – на 90,0%.

Таблица 1

**Количество быков-производителей, получивших оценки по официальной «Инструкции» и по методу BLUP и численность их дочерей в расчете на одного производителя**

Период оценки, год	Число оцененных быков		Среднее количество дочерей в расчете на одного производителя	
	Официальная инструкция, гол.	BLUP (достоверность $\geq 60$ ), гол.	Официальная инструкция, гол.	Метод BLUP, гол.
2016	16	29	36	30
2017	14	24	44	41
2016–2017	30	57	59	48

Увеличение количества регулярно оцениваемых быков является существенной предпосылкой для ускорения темпов генетического прогресса в популяции, поскольку их использование напрямую влияет на уровень интенсивности отбора животных при формировании селекционных групп. [16].

Результаты проведенных исследований доказывают, что использование в селекции молочного скота классической «Инструкции» имеет меньшую результативность (на 42,8–90,0%) в сравнении с оценкой племенной ценности быков на основе метода BLUP. Преимуществом использования метода BLUP по сравнению с методом сравнения «Дочери-сверстницы» является нивелирование различий в оценке средовых факторов через установление математических закономерностей при отсутствии снижения учитываемого поголовья дочерей и их конкуренток. Количество дочерей в расчете на одного проверяемого производителя в наших исследованиях

различалось несущественно: в 2016 г. – на 6 гол., в 2017 г. – на 3 гол., в 2016–2017 гг. – на 11 гол. Этот принцип сохраняется и при сравнении дочерей и сверстниц по существующей «Инструкции», но осуществляется через организационные мероприятия (отбор дочерей и сверстниц), что неизбежно приводит к увеличению затрат и сокращению численности поголовья, отбираемого для оценки. В свою очередь это приводит к уменьшению точности оценки. Это, естественно, является существенным недостатком как с теоретической, так и практической точек зрения, что убедительно указывает на целесообразность перехода к системе оценки племенной ценности животных посредством методологии BLUP.

Следующим этапом исследований стало определение коэффициентов канонической и ранговой корреляции между результатами оценки племенной ценности быков-производителей по официальной «Инструкции» и методом BLUP с охватом признаков молочной продуктивности дочерей (табл. 2).

Таблица 2

**Коэффициенты канонической и ранговой корреляции оценки племенной ценности быков-производителей голштинской черно-пестрой породы по молочной продуктивности дочерей**

Признаки	Коэффициенты корреляции оценки племенной ценности быков-производителей «BLUP-ДС»					
	2016 г. (n = 16)		2017 г. (n = 28)		2016–2017 гг. (n = 30)	
	Каноническая	Ранговая	Каноническая	Ранговая	Каноническая	Ранговая
Удой, кг	+0,23	+0,45	+0,53**	+0,40	+0,64***	+0,36*
СМЖ, %	+0,87***	+0,94***	+0,80***	+0,84***	+0,75***	+0,97***
ВМЖ, кг	+0,26	+0,83***	+0,55**	+0,46**	+0,61***	+0,65***
СМБ, %	+0,66***	+0,76***	+0,56**	+0,76***	+0,83***	+0,91***
ВМБ, кг	+0,21	+0,81***	+0,46*	+0,35*	+0,64***	+0,58**

**Примечание.** СМЖ – содержание молочного жира; ВМЖ – выход молочного жира; СМБ – содержание молочного белка; ВМБ – выход молочного белка.

\*Значение коэффициента достоверно при  $p > 0,95$ .

\*\*Значение коэффициента достоверно при  $p > 0,99$ .

\*\*\*Значение коэффициента достоверно при  $p > 0,999$ .

Установленные значения коэффициентов канонической корреляции (табл. 2) между оценками племенной ценности одних и тех же быков, оцененных разными методами, в 2016 г. составили 0,21–0,26 (без учета признаков качественной характеристики молока), в 2017 г. – соответственно 0,46–0,55, а за совокупность лет – 0,61–0,64. Характерно, что наибольшими значениями за все проанализированные периоды отличались коэффициенты корреляции по показателям «Содержание жира в молоке» ( $r = +0,75 - +0,97$ ) и «Содержание белка в молоке» ( $r = +0,56 - +0,91$ ). На наш взгляд, это можно объяснить невысокой изменчивостью данных признаков в популяции в целом.

Коэффициенты ранговой корреляции в разные годы находились на уровне: по удою – 0,36–0,45; по содержанию жира в молоке – 0,84–0,97; по содержанию белка в молоке – 0,76–0,91; по выходу жира и белка – 0,35–0,83. Это означает, что вероятность ошибки при выборе лучших быков на основе оценки по качеству потомства

методом «ДС» является существенной, а риски отбора не самых ценных генотипов в селекционные группы достаточно велики. Следовательно, применение оценки племенной ценности быков-производителей, рассчитанной на основе официальной «Инструкции» (метод ДС) может существенно снизить темпы генетического совершенствования популяции голштинской черно-пестрой породы в Казахстане за счет необъективного отбора лучших генотипов в селекционные группы.

Исследования, направленные на совершенствование селекционных программ, в том числе оценки племенной ценности быков-производителей молочных пород с использованием методов BLUP на основе продуктивных качеств массива скота молочных пород Республики Казахстан, являются актуальным направлением. Исследования в данном направлении обусловлены необходимостью гармонизации отечественных и международных методов оценки племенной ценности молочного скота и целью внедрения в отечественной отрасли животноводства метода BLUP. При разработке методики индексной оценки племенной ценности быков-производителей отечественных пород по качеству потомства методом BLUP в качестве основы целесообразно использовать принципы международных методик, применяемых для оценки пород, родственных отечественным породам [17].

### Выводы

Отбор быков-производителей в селекционные группы на основе методологии «Дочери-сверстницы» является недостаточно надежным и приводит к неэффективному отбору животных. Из этого следует, что официальная система оценки быков-производителей по качеству потомства, применяемая в Республике Казахстан, не позволяет объективно и в полной мере оценивать их племенную ценность с достаточной степенью достоверности вычленения генетической составляющей из фенотипических значений продуктивности оцениваемых особей. При сопоставлении результатов оценки племенных качеств быков-производителей, рассчитанных по двум методам во все сравниваемые периоды (2016, 2017, 2016–2017 гг.), установлено явное превосходство метода BLUP над действующей в Республике Казахстан официальной «Инструкцией».

### Библиографический список

1. *Baimukanov D.A.* Productivity and estimated breeding value of the dairy cattle gene pool in the Republic of Kazakhstan. Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan / D.A. Baimukanov, S.K. Abugaliyev, N.B. Seidaliyev, V.G. Semenov, A.E. Chindaliyev, E.K. Dalibayev, B.S. Zhamalov Sh.B. Muka. – Vol. 1. – Number. – 2019. – 377. – 39–53. URL: <https://doi.org/10.32014/2019.2518–1467.5>.
2. *Baimukanov D.A.* Improving the reproductive ability of the dairy cattle. Reports of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan / D.A. Baimukanov, N.B. Seidaliyev, A.S. Alentayev, S.K. Abugaliyev, V.G. Semenov, E.K. Dalibayev, B.S. Zhamalov Sh.B. Muka. – Vol. 2. – Number. – 2019. – 324 20–31. URL: <https://doi.org/10.32014/2019.2518–1483.33>.
3. *Alentayev A.S.* Efficiency of breeding of the alatau breed of brown cattle in the «Adal» agro-industrial company JSC / A.S. Alentayev, D.A. Baimukanov, S.D. Smailov, V.G. Semenov, K.T. Abdrakhmanov, D.A. Begaliyeva, M.M. Omarov // Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. – Vol. 5. – Number. – 2018. – 375. – Pp. 12–29. URL: <https://doi.org/10.32014/2018.2518–1467.2>.
4. *Chindaliyev A.E.* Results of the targeted selective and breeding work of the simmental red-and-motley breed of dairy cattle / A.E. Chindaliyev, D.A. Baimukanov, A.K. Karynbayev,

- E. Chindaliyev // Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. – Vol. 6. – Number. – 2018. – 376. – Pp. 34–38. URL: <https://doi.org/10.32014/2018.2518–1467.24>.
5. *Henderson C.R.* Application of linear models in Animal Breeding / C.R. Henderson. – University of Guelph, 1984. – 544 p.
6. Инструкция по проверке быков молочных и молочно-мясных пород по качеству потомства Республики Казахстан (2007): утв. приказом Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 17 июля 2007 г. № 443, Астана. – 31 с.
7. *Henderson C.R.* Statistical methods in Animal Improvement: Historical overview / C.R. Henderson // Advances in statistical methods for Genetic Improvement of Livestock. – Springer-Verlag, 1989. – P. 1–14.
8. *Меркурьева Е.К.* Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е.К. Меркурьева. – М.: Колос, 1970. – 423 с.
9. *Плохинский Н.А.* Руководство по биометрии для зоотехников / Н.А. Плохинский. – М.: «Колос», 1969. – 340 с.
10. *Баймуканов Д.А.* Основы генетики и биометрии: Учебное пособие / Д.А. Баймуканов, Т.Т. Тарчоков, А.С. Алентаев, Ю.А. Юлдашбаев, Д.А. Дошанов. Алматы: Издательство Эверо. – 128 с.
11. *Рузский С.А.* Племенное дело в скотоводстве: Учебник / С.А. Рузский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Колос», 1977. – 320 с.
12. *Bourdon R.M.* Shortcomings of current genetic evaluation systems / R.M. Bourdon // J. Anim.Sci., 1998. – № 76. – P. 2308–2323.
13. *Druet T.* Estimation of genetic covariances with Method R / T. Druet, I. Misztal, M. Duangjinda, A. Reverter, N. Gengler // J. Anim.Sci., 2001. – № 79. – P. 605–615.
14. *Falconer D.S.* Introduction to Quantitative Genetics / D.S. Falconer. – New York, 1988. – 433 p.
15. *Van Vleck D.* Notes of theory and application of selection principles for the genetic improvement of animals. – 1974. – 287 p.
16. *Иванов Ю.А.* Разработка Федеральной информационно-аналитической системы в молочном скотоводстве России»: Дис. ... д-ра с.-х. наук. – Лесные Поляны, 2003. – С. 175–176.
17. *Yelesov K.Ye.* The estimated breeding value of servicing bulls of domestic breeds by offspring quality using the BLUP method / K.Ye. Yelesov A.D. Baimukanov // Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. – Vol. 3. – Number. – 2020. – 385. – 51–59. URL: <https://doi.org/10.32014/2020.2518–1467.69>.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EVALUATION RESULTS  
OF HOLSTEIN BLACK-MOTLEY BREEDING BULLS  
BY THEIR DAUGHTERS' PRODUCTIVITY BASED  
ON OFFICIAL INSTRUCTIONS AND BLUP MODEL

K.ZH. ZHUMANOV<sup>1,2</sup>, T.N. KARYMSAKOV<sup>1</sup>, M.A. KINEEV<sup>1</sup>,  
M.V. TAMAROVSKIY<sup>1</sup>, A.D. BAIMUKANOV<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> Kazakh Research Institute of Livestock Breeding and Forage Production;

<sup>2</sup> L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry;

<sup>3</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazeva Agricultural Academy)

*According to the current “Instruction” used in dairy cattle selection and breeding in the Republic of Kazakhstan, bulls-producers of dairy breeds are assessed according to their offspring quality based on the principle of “peer daughter”. This means that the phenotypic indicators of the daughters*

of the tested bulls are compared with the corresponding indicators of their peers. In European countries with developed dairy cattle breeding, as well as in Canada, the USA, etc., to ensure a reliable forecast of the genetic value of individuals (primarily, bulls-producers), use is made of the best linear unbiased forecast method (BLUP method). This method implies that the breeding value of producers is determined by the deviation values of the development of traits of the examined animal from its average values in the population. Especially urgent area is the research aimed at improving breeding programs, including assessing the breeding value of bulls-producers of dairy breeds using BLUP methods based on the productive qualities of the mass of dairy cattle in the Republic of Kazakhstan.

The research material included the data on the phenotypic indicators of the milk productivity of first-calf cows (the amount of milk yield, the content of fat and protein in milk, the yield of milk fat and protein) of the Holstein black-motley dairy cattle breed, obtained from the information and analytical database of the Republic of Kazakhstan for 2016–2017.

It was found that when evaluating according to the official “Instruction”, 16 sires out of 256 bulls (6.2%) got the stud category in 2016, 14 sires (9.2%) out of 152 bulls in 2017, and – 30 sires of 249 bulls (12.0%) over the cumulative period. The results of the conducted research prove that the use of the classic “Instructions” in dairy cattle breeding has lower efficiency (by 42.8–90.0%) as compared with the assessment of the breeding value of bulls based on the BLUP method.

The selection of sire bulls into breeding groups based on the “peer daughter” methodology is not reliable enough and rather ineffective. Comparing the results of assessing the breeding qualities of sire bulls, obtained using two methods in all compared periods (2016, 2017, 2016–2017), the authors established a clear superiority of the BLUP method over the current Instruction used in the Republic of Kazakhstan.

**Key words:** the holstein black-and-white cattle, BLUP method, breeding value, dairy productivity, reliability, correlation.

## References

1. Baimukanov D.A., Abugaliev S.K., Seidaliev N.B., Semenov V.G., Chindaliev A.E., Dalibaev E.K., Zhamalov B.S., Muka Sh.B. Productivity and estimated breeding value of the dairy cattle gene pool in the Republic of Kazakhstan. Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. 2019; 1; 377: 39–53 <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1467.5>. ISSN2518-1467 (Online), ISSN1991-3494 (Print).
2. Baimukanov D.A., Seidaliev N.B., Alentaev A.S., Abugaliev S.K., Semenov V.G., Dalibaev E.K., Zhamalov B.S., Muka Sh.B. Improving the reproductive ability of the dairy cattle. Reports of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. 2019; 2; 324: 20–31. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1483.33>. ISSN2518-1483 (Online), ISSN2224-5227 (Print).
3. Alentaev A.S., Baimukanov D.A., Smailov S.D., Semenov V.G., Abdrakhmanov K.T., Begaliev D.A., Omarov M.M. Efficiency of breeding of the Alatau breed of brown cattle in the “Adal” agro-industrial company JSC // Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. ISSN1991-3494. 2018; 5; 375: 12–29. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1467.2>
4. Chindaliev A.E., Baimukanov D.A., Karynbaev A.K., Chindaliev E. Results of the targeted selective and breeding work of the simmental red-and-motley breed of dairy cattle // Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. ISSN1991-3494. 2018; 6; 376: 34–38. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1467.24>
5. Henderson C.R. Application of linear models in Animal Breeding. – University of Guelph. 1984: 544.
6. Instruksiya po proverke bykov molochnykh i molochno-myasnykh porod po kachestvu potomstva Respubliki Kazakhstan [Instructions for checking the offspring

quality of dairy and dairy-and-meat breed bulls in the Republic of Kazakhstan]. Approved by the order of the Minister of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated July 17, 2007 No. 443. Astana. 2007: 31. (In Rus.)

7. *Henderson C.R.* Statistical methods in Animal Improvement: Historical overview. // *Advances in statistical methods for Genetic Improvement of Livestock*. – Springer-Verlag, 1989: 1–14.

8. *Merkureva E.K., Shangin-Berezovsky G.N.* Genetics with the basics of biometrics [*Genetika s osnovami biometrii*]. Moscow. Kolos. 1983: 399. (In Rus.)

9. *Plokhinskiy N.A.* Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov [Biometrics guidelines for livestock experts]. Moscow: Kolos. 1969: 340. (In Rus.)

10. *Baimukanov D.A., Tarchokov T.T., Alentaev A.S., Yuldashbaev Yu.A., Doshanov D.A.* Osnovy genetiki i biometrii [Fundamentals of genetics and biometry] Textbook (ISBN978–601–310–078–4). Almaty, Publishing house Evero. 2016: 128. (In Rus.)

11. *Ruzsky S.A.* Plemennoye delo v skotovodstve [Breeding practices in cattle breeding]: Study manual / S.A. Ruzsky. – 2<sup>nd</sup> ed., revised and extended. – M.: Kolos, 1977: 320. (In Rus.)

12. *Bourdon R.M.* Shortcomings of current genetic evaluation systems / R.M. Bourdon // *J. Anim. Sci.*: 1998; 76: 2308–2323.

13. *Druet T.* Estimation of genetic covariances with Method R / T. Druet, I. Misztal, M. Duangjinda, A. Reverter, N. Gengler // *J. Anim.Sci.* 2001; 79: 605–615.

14. *Falconer D.S.* Introduction to Quantitative Genetics. – New York, 1988: 433.

15. *Van Vleck D.* Notes of theory and application of selection principles for the genetic improvement of animals. – 1974: 287.

16. *Ivanov Yu.A.* Razrabotka Federal'noy informatsionno-analiticheskoy sistemy v molochnom skotovodstve Rossii [Development of the Federal Information-Analytical System for Dairy Cattle Breeding in Russia], DSc (Ag) thesis. Lesnye Polyany, 2003: 175–176. (In Rus.)

17. *Elemesov K.E., Baimukanov A.D.* The estimated breeding value of servicing bulls of domestic breeds by offspring quality using the BLUP method // *Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*. ISSN1991–3494. 2020; 3, 385: 51–59. <https://doi.org/10.32014/2020.2518–1467.69>

**Жуманов Канат Жексембекович**, магистр вет. наук., зав. отделом селекции и разведения крупного рогатого скота Казахского НИИ животноводства и кормопроизводства (тел.: (707) 308-80-82; e-mail: kano\_zh@mail.ru, <https://orcid.org/0000–0001–8400–4073>).

**Карымсаков Талгат Николаевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель генерального директора Казахского НИИ животноводства и кормопроизводства (тел.: (701) 408-71-67; e-mail: kartalgat@mail.ru, <https://orcid.org/0000–0003–4398–8840>).

**Кинеев Марат Айдарович**, доктор сельскохозяйственных наук, научный консультант Казахского НИИ животноводства и кормопроизводства (тел.: (705) 873-28-34; e-mail: k\_maratAK@mail.ru, <https://orcid.org/0000–0003–2170–6160>).

**Тамаровский Михаил Владимирович**, доктор сельскохозяйственных наук, научный консультант Казахского НИИ животноводства и кормопроизводства (тел.: (777) 579-77-78; e-mail: mtamarovskiy@rambler.ru, <https://orcid.org/0000–0001–8128–0558>).

**Баймуканов Айдар Дастанбекулы**, студент магистратуры кафедры разведения и кормления сельскохозяйственных животных факультета зоотехнии и биологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (тел.: (901) 705-62-16; e-mail: aidartaidar98@mail.ru, <https://orcid.org/0000–0001–9669–864X>).

**Kanat Zh. Zhumanov**, MSc (Vet), Head of the Department of Breeding and Cattle Breeding, Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production, phone: (707) 308-80-82; e-mail: kano\_zh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8400-4073>

**Talgat N. Karymsakov**, PhD (Ag), Deputy Director General, Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production phone: (701) 408-71-67; e-mail: kartalगत@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4398-8840>.

**Marat A. Kineev**, DSc (Ag), Expert, Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production, phone: (705) 873-28-34; e-mail: k\_maratAK@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2170-6160>,

**Mikhail V. Tamarovsky**, DSc (Ag), Expert, Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production, phone: (777) 579-77-78; e-mail: mtamarovskiy@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8128-0558>,

**Aidar D. Baimukanov**, MSc student, the Department of Breeding and Feeding of Farm Animals, the Faculty of Animal Science and Biology, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia; e-mail: aidartaidar98@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9669-864X>.