

## Результаты оценки племенной ценности линий при помощи методов сравнения со сверстницами и BLUP на поголовье крупного рогатого скота Мурманской области

Э. В. Фирсова<sup>1</sup>✉, А. П. Карташова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция, Молочный, Россия

✉ E-mail: research-station@yandex.ru

**Аннотация.** Цель исследования – сравнить два метода оценки племенной ценности коров (сравнение со сверстницами и BLUP) в процессе анализа влияния линий на молочную продуктивность; выявить наиболее точный и объективный метод для дальнейшего использования в системе оценки генеалогических групп по комплексу признаков. **Методы.** Использовались одно- и двухфакторный дисперсионный анализ, сравнительный анализ племенной ценности по молочной продуктивности генеалогических групп (линий) при помощи методов сравнения со сверстницами и BLUP, ранжирование генеалогических групп по результатам оценки племенной ценности и расчет коэффициента ранговой корреляции по Спирмену. **Результаты.** По результатам дисперсионного анализа сила влияния среднего фактора «год и сезон» на молочную продуктивность первотелок составила +0,62 от общей дисперсии ( $P < 0,01$ ). Наследственные факторы оценивались методом двухфакторного дисперсионного анализа неравномерного комплекса. Сила влияния линий на молочную продуктивность первотелок составила 0,011 от общей дисперсии ( $P < 0,05$ ). При применении метода сравнения со сверстницами выявлена зависимость от достаточного количества представителей генеалогической группы. Анализ линий методом BLUP изменил их ранговую оценку. Число животных в изучаемых группах не оказывает влияния на распределение рангов при этом методе оценки. Ранговая корреляция между методами BLUP и сравнения со сверстницами составила 0,65. Установлено, что оценка методом BLUP является в настоящий момент наиболее объективной и учитывающей смещение оценки под действием недостаточной численности животных. **Новизна исследования** заключается в том, что впервые на поголовье крупного рогатого скота в условиях Мурманской области для оценки племенной ценности по молочной продуктивности линий апробировано использование метода BLUP.

**Ключевые слова:** селекция, крупный рогатый скот, племенная оценка, метод BLUP, метод сравнения со сверстницами, генеалогическая группа, молочная продуктивность.

**Для цитирования:** Фирсова Э. В., Карташова А. П. Результаты оценки племенной ценности линий при помощи методов сравнения со сверстницами и BLUP на поголовье крупного рогатого скота Мурманской области // Аграрный вестник Урала. 2021. № 05 (208). С. 63–70. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-63-70.

**Дата поступления статьи:** 29.03.2021, **дата рецензирования:** 05.04.2021, **дата принятия:** 26.04.2021.

### Постановка проблемы (Introduction)

Одним из основных элементов племенной работы в животноводстве является оценка особей с целью дальнейшего их отбора, выбраковки недостаточно высокопродуктивных животных и подбора наиболее эффективных пар особей для получения потомства с заданными характеристиками. Для этого разработано множество методик, но наиболее удобным и объективным является метод сравнения продуктивности животных со сверстницами. Он позволяет снизить влияние такого фактора, как год рождения, с которым тесно связаны изменения в организационных и производственных мероприятиях в хозяйстве. Однако малая численность сверстниц или оцениваемой груп-

пы животных может привести к искажению результатов оценки.

В 1984 г. американский ученый Ч. Р. Хендерсон опубликовал работу [1], произведшую прорыв в методике оценки племенной ценности животных. Данная методика (BLUP – Best Linear Unbiased Prediction – наилучший линейный несмещенный прогноз) позволяет одновременно оценивать влияние любого количества факторов на продуктивность животных, анализировать племенную ценность (собственную, предков) любого количества особей, получать результаты одновременно по нескольким хозяйственно полезным признакам, прогнозировать племенную ценность животных. В различных модификациях она

«давно используется в странах с развитым молочным скотоводством» [2, с. 79] и является традиционной [3, с. 1]. Метод BLUP и его модификации (например, ssGBLUP – одношаговый геномный BLUP) нашли широкое применение в геномной оценке животных в Соединенных Штатах Америки и странах Скандинавии. Метод BLUP учитывает фенотипические и родословные данные, метод ssGBLUP объединяет фенотипическую, родословную и геномную информацию о животных [4, с. 1]. В скандинавских странах, например, метод BLUP используют при геномной оценке молочного скота, в том числе для моделирования отсутствующей родословной у единичных особей [4]. В Бразилии, где часто используют систему естественного спаривания мясного скота, вследствие которой примерно у 60 % потомства невозможно определить быка-отца [5, с. 4], генетическая оценка животных также производится с применением метода BLUP. В Российской Федерации эта методика официально не принята, но используется учеными-исследователями (в различных модификациях) «для оценки крупного рогатого скота как альтернативный вариант» [2, с. 79], и по результатам своих исследований ученые указывают на целесообразность перехода к оценке племенной ценности животных отечественной популяции молочного скота методом BLUP [6–17].

Учитывая, что метод BLUP активно используется при индивидуальной оценке коров и быков, предполагается, что оценка по линиям также будет достаточно объективна и актуальна. Сравнение двух методов оценки племенной ценности коров (сравнение со сверстницами и BLUP) в процессе анализа влияния линий на молочную продуктивность позволит выявить наиболее точный и объективный метод и в дальнейшем усовершенствовать систему оценки генеалогических групп в хозяйствах Мурманской области по комплексу признаков.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводились в одном из сельхозпредприятий Мурманской области. Оценивались коровы-перволетки голштинской породы черно-пестрой масти и айрширской породы по молочной продуктивности (удой). Общее количество оцененных животных – 2118 голов. Исследования проведены за период с 2008 по 2019 гг.

Материалами исследований послужили зоотехнические журналы, карточки коров и быков, результаты собственных исследований.

В качестве методов исследований были использованы одно- и двухфакторный дисперсионный анализ, сравнительный анализ племенной ценности по молочной продуктивности генеалогических групп (линий) при помощи методов сравнения со сверстницами и BLUP, ранжирование генеалогических групп по результатам оценки племенной ценности и расчет коэффициента ранговой корреляции по Спирмену. Статистическая обработка данных [18–20] проводилась при помощи программы Microsoft Excel.

В процессе анализа молочной продуктивности животных оценивалась их принадлежность к линии со стороны отца.

Анализ метода сравнения со сверстницами проводился с учетом сезона и года отела животных. Для нивелирования воздействия фактора среды из удоя каждого животного вычиталась средняя продуктивность всего поголовья в учитываемый период. Удой выражался как в килограммах, так и в долях сигмы для учета разнообразия удоя в разное время года. Затем производили сравнение с продуктивностью сверстниц.

Условия применения метода BLUP: в связи со значительной отдаленностью родоначальников с отцовской стороны (далее 4 поколений) допускаем, что влияние данных генеалогических групп (по линиям) на распределение генов и наследование хозяйственно полезных признаков ничтожно мало. Тогда использование матрицы аддитивного генетического родства для выявления близких родственных связей нецелесообразно вследствие слишком малых коэффициентов. Таким образом, диагональные элементы субматриц для оценки линий будут дополнены коэффициентом [16]:

$$\lambda = \sigma_e^2 / \sigma_a^2 = (1-h^2) / h^2,$$

где  $\sigma_e^2$  – дисперсия случайных факторов,

$\sigma_a^2$  – дисперсия аддитивных генетических факторов,

$h^2$  – сила влияния генетического фактора.

Формула оценки влияния факторов оценки BLUP:

$$y = X \times h + Z \times a + e,$$

где  $y$  – удой за первую лактацию,

$X$  – матрица наблюдений эффекта среды (год, сезон отела),

$h$  – вектор эффекта среды,

$Z$  – матрица наблюдений генетического эффекта,

$a$  – вектор генетического эффекта,

$e$  – вектор случайных эффектов.

$$Z \times a = Z_{\text{линь}} \times a_{\text{линь}} + Z_{\text{сем}} \times a_{\text{сем}} + Z_{\text{соч}} \times a_{\text{соч}},$$

где  $Z_{\text{линь}}$ ,  $Z_{\text{сем}}$ ,  $Z_{\text{соч}}$  – матрицы наблюдений генетического эффекта линий, семейств, их сочетаний,

$a_{\text{линь}}$ ,  $a_{\text{сем}}$ ,  $a_{\text{соч}}$  – векторы генетического эффекта линий, семейств, их сочетаний.

По результатам анализа влияния линий на молочную продуктивность дочерей двумя методами (сравнение со сверстницами, BLUP) и их ранжирования рассчитывался коэффициент ранговой корреляции по Спирмену.

Цель настоящего исследования – сравнить два метода оценки племенной ценности коров (сравнение со сверстницами и BLUP) в процессе анализа влияния линий на молочную продуктивность дочерей, выявить наиболее точный и объективный метод для дальнейшего использования в системе оценки генеалогических групп в хозяйствах Мурманской области по комплексу признаков.

**Результаты (Results)**

Молочная продуктивность животных зависит от влияния разных факторов, связанных с условиями содержания животных, кормлением, технологическими операциями в хозяйстве, сменой и опытом персонала, финансово-экономическим состоянием хозяйства и т. д. Все эти факторы часто сцеплены в единый комплекс, изменяющийся с течением времени. Именно поэтому в настоящее время, для того чтобы частично нивелировать влияние этих факторов на результаты исследований, используют специальные методы расчетов, корректирующие данные, или распределяют и подбирают животных по группам с учетом временного фактора.

Молочная продуктивность коров в изучаемом хозяйстве сильно варьировала по годам. Так, в период с 2008 по 2013 г. продуктивность первотелок находилась в пределах 9000–10 000 кг молока. С 2014 г. под давлением экономических проблем в хозяйстве удой

начали значительно снижаться. В 2015 г. средний удой первотелок составлял 4426 кг. Начиная с 2016 г. ситуация постепенно начала улучшаться. В 2018 г. в среднем на первотелку получено 8283 кг молока. Таким образом, наглядно просматривается воздействие года отела на продуктивность животных.

Анализ силы влияния среднего фактора «год и сезон» на молочную продуктивность животных по первой лактации методом однофакторного дисперсионного анализа (таблица 1) показал высокий уровень его влияния на общее разнообразие молочной продуктивности: 0,62 от общей дисперсии, или 62 %, и достоверность на втором уровне значимости ( $P < 0,01$ ). Данный показатель не вызывает сомнения, особенно в условиях резких изменений продуктивности животных в течение всего срока исследований.

Для оценки влияния наследственных факторов использовался метод двухфакторного дисперсионного анализа неравномерного комплекса (таблица 1).

Таблица 1  
Результаты дисперсионного анализа изучаемых факторов

Фактор	Число степеней свободы $\nu$	Средняя $M_{cp}$	Ошибка $\pm m$	Дисперсия $C$	Дисперсия стандартизирования, $\sigma^2$	Коэффициент Фишера $F$	$F_{табл}$	Вероятность ошибки $\alpha$	Влияние фактора (наследственность) $h^2$
По всему поголовью	2117	8455,4	46,0	$9,48 \times 10^9$	4 478 040	–	–	–	–
<b>Оценка влияния среднего фактора «год и сезон»</b>									
Год и сезон	40	–	–	$5,91 \times 10^9$	2 734 802	1,59	1,40	0,011	0,62**
Случайный фактор	2077	–	–	$3,57 \times 10^9$	1 717 970	–	–	–	0,38
<b>Оценка влияния наследственных факторов (линия, семейство)</b>									
Наследственный фактор (линия $\times$ семейство)	410	–	–	$1,77 \times 10^9$	4 317 795	1,05	1,13	0,27	0,19
Линия	11	–	–	$1,08 \times 10^8$	9 838 663	2,18	1,79	0,013	0,011*
Семейство	133	–	–	$5,92 \times 10^8$	4 453 629	1,01	1,22	0,44	0,06
Сочетаемость линия $\times$ семейство	266	–	–	$1,07 \times 10^8$	4 036 749	1,12	1,16	0,11	0,11
Случайный фактор	1707	–	–	$7,71 \times 10^9$	4 518 396	–	–	–	0,81

Примечание. \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ .

Table 1  
Results of analysis of variance of the studied factors

Factor	Degrees of freedom $\nu$	Average $M$	Error, $\pm m$	Dispersion, $C$	Standard dispersion $\sigma^2$	Fisher's test $F$	$F_{tabl}$	Error probability $\alpha$	Factor influence (heritability) $h^2$
All over the livestock	2117	8455.4	46.0	$9.48 \times 10^9$	4 478 040	–	–	–	–
<b>Assessment of the influence of the environmental factor year + season</b>									
Year + season	40	–	–	$5.91 \times 10^9$	2 734 802	1.59	1.40	0.011	0.62**
Random factor	2077	–	–	$3.57 \times 10^9$	1 717 970	–	–	–	0.38
<b>Assessment of the influence of hereditary factors (line, family)</b>									
Hereditary factor (line $\times$ family)	410	–	–	$1.77 \times 10^9$	4 317 795	1.05	1.13	0.27	0.19
Line	11	–	–	$1.08 \times 10^8$	9 838 663	2.18	1.79	0.013	0.011*
Family	133	–	–	$5.92 \times 10^8$	4 453 629	1.01	1.22	0.44	0.06
Compatibility (line $\times$ family)	266	–	–	$1.07 \times 10^8$	4 036 749	1.12	1.16	0.11	0.11
Random factor	1707	–	–	$7.71 \times 10^9$	4 518 396	–	–	–	0.81

Note. \*  $P < 0,05$ ; \*  $P < 0,01$ .

Результаты оценки племенной ценности линий

Генеалогическая группа	N	Средний удой, кг	Средний удой (отклонение от средней сезона и года отела)		Метод оценки				
					Сравнение со сверстницами		BLUP		
					Превосходство над сверстницами		Ранг	Племенная ценность, кг	Ранг
кг	доли $\sigma$	кг	доли $\sigma$						
Родственная группа C NRF 1606 <sup>1</sup>	3	9080 ± 174	765	0,75	771	0,76	1	31	3
Рефлекшн Соверинг 198998 <sup>2</sup>	732	8630 ± 80	74	0,07	120	0,11	2	146	1
Вис Бэк Айдиал 1013415 <sup>2</sup>	859	8294 ± 71	19	0,02	39	0,04	3	83	2
Монтвик Чифтейн 95679 <sup>2</sup>	341	8378 ± 126	-67	-0,10	-76	-0,11	4	-19	8
Пабст Говернер 882933 <sup>2</sup>	137	8849 ± 127	-187	-0,13	-196	-0,14	5	-77	12
Тоосилан Брахма <sup>1</sup>	3	9444 ± 215	-287	-0,20	-284	-0,19	6	0,4	4
С. Б. Командор <sup>1</sup>	8	9383 ± 524	-367	-0,23	-365	-0,23	7	-4,6	5
Риихивиидан Урхо Еррант <sup>1</sup>	7	8240 ± 535	-521	-0,39	-519	-0,39	8	-13	6
Дик 768 <sup>1</sup>	6	7159 ± 482	-528	-0,39	-525	-0,39	9	-17	7
О. Р. Лихтинг 120135 <sup>1</sup>	14	7348 ± 457	-752	-0,58	-753	-0,58	10	-48	11
Юттеро Ромео <sup>1</sup>	5	8298 ± 284	-1382	-0,93	-1381	-0,93	11	-43	10
Кинг Еррант <sup>1</sup>	3	7438 ± 273	-1778	-1,19	-1776	-1,19	12	-37	9

Примечание. <sup>1</sup> порода айрширская; <sup>2</sup> порода голштинская черно-пестрой масти.

Table 2

Results of assessing the breeding value of lines

Genealogical group	N	Average milk yield, kg	Average milk yield (deviation from average calving season-year)		Assessment method				
					Comparison with peers		BLUP		
					Superiority over peers		Rank	Breeding value, kg	Rank
kg	share $\sigma$	kg	share $\sigma$						
Group C NRF 1606 <sup>1</sup>	3	9080 ± 174	765	0.75	771	0.76	1	31	3
Reflection Sovering 198998 <sup>2</sup>	732	8630 ± 80	74	0.07	120	0.11	2	146	1
Wis Back Ideal 1013415 <sup>2</sup>	859	8294 ± 71	19	0.02	39	0.04	3	83	2
Montwick Chieftain 95679 <sup>2</sup>	341	8378 ± 126	-67	-0.10	-76	-0.11	4	-19	8
Pabst Governor 882933 <sup>2</sup>	137	8849 ± 127	-187	-0.13	-196	-0.14	5	-77	12
Toosilan Brahma <sup>1</sup>	3	9444 ± 215	-287	-0.20	-284	-0.19	6	0.4	4
S. B. Commander <sup>1</sup>	8	9383 ± 524	-367	-0.23	-365	-0.23	7	-4.6	5
Riivhiidan Urho Errant <sup>1</sup>	7	8240 ± 535	-521	-0.39	-519	-0.39	8	-13	6
Dick 768 <sup>1</sup>	6	7159 ± 482	-528	-0.39	-525	-0.39	9	-17	7
O. R. Lichting 120135 <sup>1</sup>	14	7348 ± 457	-752	-0.58	-753	-0.58	10	-48	11
Yutero Romeo <sup>1</sup>	5	8298 ± 284	-1382	-0.93	-1381	-0.93	11	-43	10
King Errant <sup>1</sup>	3	7438 ± 273	-1778	-1.19	-1776	-1.19	12	-37	9

Note. <sup>1</sup> Ayrshire breed; <sup>2</sup> Holstein black-and-white breed.

Влияние линий на молочную продуктивность составило 0,011 от общей дисперсии и достоверно на третьем уровне значимости ( $P < 0,05$ ).

Изучение данных по принадлежности коров-первотелок к линиям выявило, что животные распределяются по 12 генеалогическим группам, из которых 4 принадлежат к голштинской породе черно-пестрой масти, а остальные 8 – к айрширской породе скота. При этом генеалогические группы голштинской породы были более многочисленными (от 137 до 859 голов) по сравнению с генеалогическими группами айрширской породы (от 3 до 14 голов).

Точность оценки племенной ценности животных находится в прямой зависимости от количества данных об их продуктивности. Чем больше информации было собрано в отношении животных, принадлежащих к той или иной линии, тем более точно мы можем прогнозировать продуктивность их молодых представителей. Данная закономерность хорошо видна по результатам двухфакторного анализа, где со стороны линий довольно значительное количество их представителей, что привело к достоверности полученной оценки влияния линий ( $P < 0,05$ ). С другой стороны двухфакторного анализа (оценка влияния семейств)

количество представителей колебалось от 3 до 30, что сказалось на достоверности оценки, несмотря на более значимое влияние семейств.

Анализ влияния линий на молочную продуктивность дочерей методом сравнения со сверстницами (таблица 2) выявил среди голштинских линий самую высокопродуктивную в первый год лактации – линию Рефлекшн Соверинг 198998. Однако также на первом месте оказались потомки айрширской родственной группы быков С NRF 1606, превзойдя представительниц голштинской породы. Данный результат вызывает сомнение в достоверности, несмотря на, казалось бы, объективную оценку. Во-первых, очень малое количество потомков (3 головы), все являются потомками быка Айхе 1131. Во-вторых, все потомство получено в 2015 г. и лактировало в 2017 г., что могло исказить объективную оценку линии. По оценке ВНИИплем, в 2017 г. продуктивность дочерей этого быка составила 10 369 кг молока.

Анализ племенной ценности линий при помощи оценки методом BLUP позволил, на наш взгляд, уточнить и представить более объективные данные. Изменилось распределение рангов генеалогических групп при этом методе оценки. Можно констатировать, что оно не зависит от количества животных в изучаемых группах. Так, родственная группа С NRF 1606 айрширской породы переместилась по рангу на третье место, но среди айрширских линий продолжает занимать лидирующее положение по эффекту, оказываемому на потомство (+31 кг удою). Следует отметить, что этот показатель при использовании метода сравнения со сверстницами был гораздо выше и составлял +771 кг молока. Оценка племенной ценности данной линии методом BLUP, на наш взгляд, является более точной, так как нивелирует влияние такого фактора, как недостаточное количество первотелок в изучаемой группе (3 головы). Также подтверждением этого предположения является повышение значений (хотя они и остались отрицательными) племенной ценности (на 284–1739 кг молока) малочисленного потомства (от 3 до 14 голов) линий, принадлежащих к айрширской породе, при оценке методом BLUP. При этом наблюдалось незначительное повышение рангов айрширских линий (на 1–3). Голштинские линии Рефлекшн Соверинг 198998 и Вис Бэк Айдиал 1013415, имеющие достаточную численность оцениваемых первотелок (732 и 859 голов соответственно) при оценке методом BLUP несколько повысили свой ранг и заняли первые два места. Показатели племен-

ной ценности по этим линиям составили +146 и +83 кг молока соответственно. При использовании метода сравнения со сверстницами по этим же линиям показатели превосходства над сверстницами отличались незначительно от показателей племенной ценности при оценке методом BLUP и имели также положительные значения (+120 и +39 кг молока). Линия Монтвик Чифтейн 95679, которая считалась одной из самых высокопродуктивных, оказала отрицательное влияние на продуктивность потомства при оценке двумя методами (–19 кг и –76 кг).

#### **Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

По результатам дисперсионного анализа сила влияния среднего фактора «год и сезон» на молочную продуктивность коров-первотелок составила +0,62 от общей дисперсии, или 62 %, и достоверна на втором уровне значимости ( $P < 0,01$ ). Оценка влияния наследственных факторов определялась методом двухфакторного дисперсионного анализа неравномерного комплекса. Сила влияния линий на молочную продуктивность первотелок составила 0,011 от общей дисперсии и достоверна на третьем уровне значимости ( $P < 0,05$ ).

Анализ продуктивной ценности линий методом сравнения со сверстницами показал зависимость от достаточного количества представителей генеалогической группы.

Анализ линий методом BLUP значительно изменил ранговую оценку генеалогических групп. Количество животных в изучаемых группах не оказывает влияния на распределение рангов при этом методе оценки.

При сопоставлении результатов оценки племенной ценности первотелок по удою ранговая корреляция между методами BLUP и сравнения со сверстницами составила 0,65. Это говорит о том, что до 35 % быков при разных методах оценки могут поменять свой ранг и племенную ценность.

Можно утверждать, что применение метода BLUP для оценки племенной ценности по удою генеалогических групп (линий) наиболее эффективно по сравнению с методом сравнения со сверстницами, так как позволяет выделить животных с действительно лучшими показателями молочной продуктивности независимо от количества оцениваемых представителей.

Дальнейшие исследования хозяйственно полезных признаков генеалогических групп в хозяйствах Мурманской области необходимо базировать на использовании метода BLUP для наибольшей объективности оценки получаемых данных.

#### **Библиографический список**

1. Henderson Ch. R. Applications of Linear Models in Animal Breeding. Guelph, University of Guelph, 1984. 378 p.
2. Кудинов А. А., Петров В. В., Племяшов К. В. Применение метода BLUP Animal Model для оценки племенной ценности коров айрширской породы Ленинградской области // Генетика и разведение животных. 2017. № 2. С. 79–85.
3. Mehrban H., Lee D. H., Naserkheil M., Moradi M. H., Ibáñez-Escriche N. Comparison of conventional BLUP and single-step genomic BLUP evaluations for yearling weight and carcass traits in Hanwoo beef cattle using single trait and multi-trait models [e-resource] // PLoS ONE. 2019. No. 14 (10). Article number e0223352. DOI: 10.1371/

journal.pone.0223352. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0223352> (date of reference: 20.02.2021).

4. Bradford H. L., Masuda Y., VanRaden P. M., Legarra A., Misztal I. Modeling missing pedigree in single-step genomic BLUP // *Journal of Dairy Science*. 2019. Vol. 102. Iss. 3. Pp. 2336–2346. DOI: 10.3168/jds.2018-15434.

5. Tonussi R. L., Silva R. Md. O., Magalhães A. F. B., Espigolan R., Peripolli E., Olivieri B. F., et al. Application of single step genomic BLUP under different uncertain paternity scenarios using simulated data [e-resource] // *PLoS ONE*. 2017. No. 12 (9). Article number e0181752. DOI: 10.1371/journal.pone.0181752. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0181752> (date of reference: 20.02.2021).

6. Сермягин А. А., Янчуков И. Н., Мельникова Е. Е., Харитонов С. Н., Некрасов Р. В. Сравнительная характеристика стад крупного рогатого скота на основе оценки племенной ценности коров методом BLUP Animal Model // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018. № 9. С. 160–167.

7. Харитонов С. Н., Сермягин А. А., Мельникова Е. Е., Осадчая О. Ю., Янчуков И. Н., Ермилов А. Н., Зиновьева Н. А. Эффективность использования уравнений модели BLUP для прогноза племенной ценности быков-производителей по молочной продуктивности дочерей // *Молочное и мясное скотоводство*. 2018. № 3. С. 7–11. DOI: 10.25632/MMS.2018.2018.14956.

8. Игнатьева Л. П. Сравнительная характеристика животных симментальской породы разного происхождения на основе оценки племенной ценности коров методом BLUP ANIMAL MODEL в связи с уровнем продуктивности стад // *Вестник КрасГАУ*. 2020. № 11 (164). С. 152–161. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-11-152-161.

9. Мельникова Е. Е., Янчуков И. Н., Зиновьева Н. А., Харитонов С. Н. Эффективность определения генетических качеств коров на основе метода BLUP // *Достижения науки и техники АПК*. 2016. Т. 30. № 11. С. 94–96.

10. Зверева Е. А., Фураева Н. С., Муравьева Н. А., Москаленко Л. П. Использование BLUP-оценки быков-производителей ярославской породы в селекции высокопродуктивных коров и повышении их продуктивного долголетия // *Вестник АПК Верхневолжья*. 2016. № 3 (35). С. 58–62.

11. Племяшов К. В., Лабинов В. В., Сакса Е. И., Смарагдов М. Г., Кудинов А. А., Петрова А. В. Использование метода BLUP Animal Model в определении племенной ценности голштинизированного скота Ленинградской области // *Молочное и мясное скотоводство*. 2016. № 1. С. 2–5.

12. Мамонтова А. И., Никитин С. А., Сермягин А. А., Мельникова Е. Е. Сравнение эффективности применения различных модификаций метода BLUP для оценки племенной ценности быков по качеству потомства на примере симментальской породы // *Новости науки в АПК*. 2019. № 3 (12). С. 229–234. DOI: 10.25930/2218-855X/057.3.12.2019.

13. Тулинова О. В., Петрова А. В. Взаимосвязь оценки методом BLUP молочной продуктивности коров айрширской породы с интенсивностью их развития в 10-месячном возрасте // *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2020. № 7. С. 64–70. DOI: 10.26155/vet.zoo.bio.202007008.

14. Мамонтова А. И., Никитин С. А., Мельникова Е. Е., Сермягин А. А. Сравнение эффективности применения Test-day Model и других модификаций метода BLUP для оценки племенной ценности быков-производителей симментальской породы // *Молочное и мясное скотоводство*. 2020. № 3. С. 8–11. DOI: 10.33943/MMS.2020.46.43.002.

15. Петрова А. В., Кудинов А. А., Арлимова Е. В. Моделирование отбора быков-производителей айрширской породы по результатам оценки их племенной ценности разными методами // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2019. № 3. С. 155–160. DOI: 10.17238/issn2072-6023.2019.3.155.

16. Жуманов К. Ж., Карымсаков Т. Н., Кинеев М. А., Тамаровский М. В., Баймуканов А. Д. Сравнительный анализ результатов оценки быков-производителей голштинской черно-пестрой породы по продуктивности дочерей на основе официальной инструкции и модели BLUP // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2020. № 4. С. 155–163. DOI: 10.26897/0021-342X-2020-4-155-163.

17. Сакса Е. И. Эффективность использования быков, оцененных разными методами, при совершенствовании высокопродуктивных стад // *Молочное и мясное скотоводство*. 2018. № 1. С. 5–8. DOI: 10.25632/MMS.2018.1.12714.

18. Меркурьева Е. К. Биометрия в животноводстве. Москва: Колос, 1964. 311 с.

19. Кузнецов В. М. Методы племенной оценки животных с введением в теорию BLUP. Киров: Зон. НИИСХ Северо-Востока, 2003. 357 с.

20. Кузнецов В. М. Основы научных исследований в животноводстве. Киров: Зон. НИИСХ Северо-Востока, 2006. 568 с.

#### Об авторах:

Эмилия Викторовна Фирсова<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории научного обеспечения сельскохозяйственного производства, ORCID 0000-0002-7688-6528, AuthorID 620603; +7 (8155) 37-13-24, +7 909 558-67-71

Анастасия Петровна Карташова<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, исполняющий обязанности директора, ORCID 0000-0003-3144-2816, AuthorID 560003

<sup>1</sup> Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция, Молочный, Россия

# The results of assessing the breeding value of lines using the methods of comparison with peers and BLUP method on the cattle stock in the Murmansk region

E. V. Firsova<sup>✉</sup>, A. P. Kartashova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Murmansk State Agricultural Experimental Station, Molochnyy, Russia

✉ E-mail: [research-station@yandex.ru](mailto:research-station@yandex.ru)

**Abstract.** The aim of the study is to compare two methods for assessing the breeding value of cows (comparison with peers and BLUP) during the analyzing process of the influence of lines on milk production. It is necessary to identify the most accurate and objective method for further use in the system for assessing of genealogical groups by a set of characteristics. **Methods.** We used one- and two-way analysis of variance. Comparative analysis of breeding values for milk production of genealogical groups (lines) using the methods of comparison with peers and BLUP. The ranking of genealogical groups by the results of assessing of breeding value and the calculating of the Spearman's rank correlation coefficient were made. **Results.** According to the results of the analysis of variance, the strength of the influence of the environmental factor "year and season" on the milk productivity of first-calf cows was +0.62 of the total variance ( $P < 0.01$ ). Hereditary factors were assessed by the method of two-way analysis of variance of an uneven complex. The strength of the influence of the lines on the milk productivity of first-calf cows was 0.011 of the total variance ( $P < 0.05$ ). The use of the method of comparison with peers, the dependence on a sufficient number of representatives of the genealogical group was revealed. BLUP analysis of lines changed their ranking. The number of animals in the studied groups does not affect the distribution of ranks with this method of assessment. The rank correlation between BLUP and peer comparison methods was 0.65. It has been established that the BLUP assessment is currently the most objective and takes into account the bias of the assessment under the influence of an insufficient number of animals. The novelty of the study is the first time the use of the BLUP method was tested on the livestock population in the Murmansk region to assess the breeding value based on the milk productivity of the lines.

**Keywords:** selection, cattle, breeding assessment, BLUP method, method of comparison with peers, genealogical group, milk production.

**For citation:** Firsova E. V., Kartashova A. P. Rezul'taty otsenki plemennoy tsennosti linii pri pomoshchi metodov sravneniya so sverstnikami i BLUP na pogolov'e krupnogo rogatogo skota Murmanskoy oblasti [The results of assessing the breeding value of lines using the methods of comparison with peers and BLUP on the of cattle in the Murmansk region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 05 (208). Pp. 63–70. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-63-70. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 29.03.2021, **date of review:** 05.04.2021, **date of acceptance:** 26.04.2021.

## References

- Henderson Ch. R. Applications of Linear Models in Animal Breeding. Guelph, University of Guelph, 1984. 378 p.
- Kudinov A. A., Petrov V. V., Plemnyashov K. V. Primeneniye metoda BLUP Animal Model dlya otsenki plemennoy tsennosti korov ayrshirskoy porody Leningradskoy oblasti [Application of the BLUP Animal Model method to assess the breeding value of Ayrshire cows in the Leningrad region] // Genetics and breeding of animals. 2017. No. 2. Pp. 79–85. (In Russian.)
- Mehrban H., Lee D. H., Naserkheil M., Moradi M. H., Ibáñez-Escriche N. Comparison of conventional BLUP and single-step genomic BLUP evaluations for yearling weight and carcass traits in Hanwoo beef cattle using single trait and multi-trait models [e-resource] // PLoS ONE. 2019. No. 14 (10). Article number e0223352. DOI: 10.1371/journal.pone.0223352. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0223352> (date of reference: 20.02.2021).
- Bradford H. L., Masuda Y., VanRaden P. M., Legarra A., Misztal I. Modeling missing pedigree in single-step genomic BLUP // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102. Iss. 3. Pp. 2336–2346. DOI: 10.3168/jds.2018-15434.
- Tonussi R. L., Silva R. Md. O., Magalhães A. F. B., Espigolan R., Peripolli E., Olivieri B. F., et al. Application of single step genomic BLUP under different uncertain paternity scenarios using simulated data [e-resource] // PLoS ONE. 2017. No. 12 (9). Article number e0181752. DOI: 10.1371/journal.pone.0181752. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0181752> (date of reference: 20.02.2021).
- Sermyagin A. A., Yanchukov I. N., Melnikova E. E., Kharitonov S. N., Nekrasov R. V. Sravnitel'naya kharakteristika stad krupnogo rogatogo skota na osnove otsenki plemennoy tsennosti korov metodom BLUP Animal Model [Comparative characteristics of cattle herds based on the assessment of the breeding value of cows using the BLUP Animal Model method] // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2018. No. 9. Pp. 160–167. (In Russian.)
- Kharitonov S. N., Sermyagin A. A., Mel'nikova E. E., Osadchaya O. Yu., Yanchukov I. N., Ermilov A. N., Zinov'eva N. A. Sravnitel'naya kharakteristika stad krupnogo rogatogo skota na osnove otsenki plemennoy tsen-

nosti korov metodom BLUP Animal Model [The BLUP model equations efficiency for the prediction of the sire breeding value by the daughters' milk production traits] // Dairy and beef cattle farming. 2018. No. 3. Pp. 7–11. DOI: 10.25632/MMS.2018.2018.14956 (In Russian.)

8. Ignat'eva L. P. Sravnitel'naya kharakteristika stad krupnogo rogatogo skota na osnove otsenki plemennoy tsennosti korov metodom BLUP Animal Model [Comparative characteristics of the animals of simmental breed of different origin on the basis of the estimates breeding value of the cows by the BLUP ANIMAL MODEL method in connection with the level of herd productivity] // Vestnik KraSGAU. 2020. No. 11 (164). Pp. 152–161. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-11-152-161 (In Russian.)

9. Mel'nikova E. E., Yanchukov I. N., Zinov'eva N. A., Kharitonov S. N. Effektivnost' opredeleniya geneticheskikh kachestv korov na osnove metoda BLUP [Efficiency of estimations of cow's genetic properties based on BLUP procedures] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2016. Vol. 30. No. 11. Pp. 94–96. (In Russian.)

10. Zvereva E. A., Furaeva N. S., Murav'eva N. A., Moskalenko L. P. Ispol'zovaniye BLUP-otsenki bykov-proizvoditeley yaroslavskoy porody v seleksii vysokoproduktivnykh korov i povyshenii ikh produktivnogo dolgoletiya [Use of a BLUP-evaluation of bulls of the yaroslavl breed in selection of highly productive cows and increase of their productivelongevity] // Bulletin of the agro-industrial complex Upper Volga. 2016. No. 3 (35). Pp. 58–62. (In Russian.)

11. Plemyashov K. V., Labinov V. V., Saksa E. I., Smaragdov M. G., Kudinov A. A., Petrova A. V. Ispol'zovaniye metoda BLUP Animal Model v opredelenii plemennoy tsennosti golstinitizirovannogo skota Leningradskoy oblasti [Trial using of BLUP Animal Model approach in livestock of Leningrad region] // Dairy and beef cattle farming. 2016. No. 1. Pp. 2–5. (In Russian.)

12. Mamontova A. I., Nikitin S. A., Sermyagin A. A., Mel'nikova E. E. Sravneniye effektivnosti primeneniya razlichnykh modifikatsiy metoda BLUP dlya otsenki plemennoy tsennosti bykov po kachestvu potomstva na primere simmental'skoy porody [Comparison of the effectiveness of the use of various modifications of the BLUP method for assessing the breeding value of bulls by the quality of offspring on the example of the Simmental breed] // Novosti nauki v APK. 2019. No. 3 (12). Pp. 229–234. DOI: 10.25930/2218-855X/057.3.12.2019 (In Russian.)

13. Tulinova O. V., Petrova A. V. Vzaimosvyaz' otsenki metodom BLUP molochnoy produktivnosti korov ayrshirskoy porody s intensivnost'yu ikh razvitiya v 10-mesyachnom vozraste [Relationship between BLUP assessment of milk productivity and development intensity of ayrshire cows at 10 months] // Veterinary, Zootechnics and Biotechnology. 2020. No. 7. Pp. 64–70. DOI: 10.26155/vet.zoo.bio.202007008 (In Russian.)

14. Mamontova A. I., Nikitin S. A., Mel'nikova E. E., Sermyagin A. A. Sravneniye effektivnosti primeneniya Test-day Model i drugikh modifikatsiy metoda BLUP dlya otsenki plemennoy tsennosti bykov-proizvoditeley simmental'skoy porody [Efficiency and comparison of the Test-day Model and BLUP method modifications for assessing bulls breeding value in simmental cattle breed] // Dairy and beef cattle farming. 2020. No. 3. Pp. 8–11. DOI: 10.33943/MMS.2020.46.43.002 (In Russian.)

15. Petrova A. V., Kudinov A. A., Arlimova E. V. Modelirovaniye otbora bykov-proizvoditeley ayrshirskoy porody po rezul'tatam otsenki ikh plemennoy tsennosti raznymi metodami [Simulation of bulls selection using different approaches of breeding value evaluation] // Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii. 2019. No. 3. Pp. 155–160. DOI: 10.17238/issn2072-6023.2019.3.155 (In Russian.)

16. Zhumanov K. Zh., Karymsakov T. N., Kineev M. A., Tamarovsky M. V., Baimukanov A. D. Sravnitel'nyy analiz rezul'tatov otsenki bykov-proizvoditeley golstinskoy cherno-pestroy porody po produktivnosti docherey na osnove ofitsial'noy instruktsii i modeli BLUP [Comparative analysis of the evaluation results of Holsteinblack-motley breeding bulls by their daughters' productivity based on official instructions and BLUP model] // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2020. No. 4. Pp. 155–163. DOI: 10.26897/0021-342X-2020-4-155-163 (In Russian.)

17. Saksa E. I. Effektivnost' ispol'zovaniya bykov, otsenennykh raznymi metodami, pri sovershenstvovanii vysokoproduktivnykh stad [Efficiency of use of bulls evaluated by various methods for improvement of highly productive herds] // Dairy and beef cattle farming. 2018. No. 1. Pp. 5–8. DOI: 10.25632/MMS.2018.1.12714 (In Russian.)

18. Merkur'eva E. K. Biometriya v zhivotnovodstve [Biometrics in animal husbandry]. Moscow: Kolos, 1964. 311 p. (In Russian)

19. Kuznetsov V. M. Metody plemennoy otsenki zhivotnykh s vvedeniyem v teoriyu BLUP [Methods of breeding assessment of animals with an introduction to the BLUP theory]. Kirov: Zonal'nyy NIISKH Severo-Vostoka, 2003. 357 p. (In Russian.)

20. Kuznetsov V. M. Osnovy nauchnykh issledovaniy v zhivotnovodstve [Fundamentals of scientific research in animal husbandry]. Kirov: Zonal'nyy NIISKH Severo-Vostoka, 2006. 568 p. (In Russian.)

#### Authors' information:

Emiliya V. Firsova<sup>1</sup>, candidate of agricultural science, senior researcher of the Laboratory of scientific support for agricultural production, ORCID 0000-0002-7688-6528, AuthorID 620603; +7 (8155) 37-13-24, +7 909 558-67-71  
Anastasiya P. Kartashova<sup>1</sup>, candidate of agricultural science, acting director, ORCID 0000-0003-3144-2816, AuthorID 560003

<sup>1</sup> Murmansk State Agricultural Experimental Station, Molochnyy, Russia