

## Племенная ценность кормового поведения свиней

А. Ф. Контэ<sup>1</sup>, А. А. Белоус<sup>1✉</sup>, П. И. Отрадных<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика

Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

✉ E-mail: [abelous.vij@ya.ru](mailto:abelous.vij@ya.ru)

**Аннотация.** Цель исследований – разработка комплексной системы оценки с новыми показателями кормового поведения и конверсии корма у свиней породы дюрок на основе селекционного индекса. **Методы исследований.** Использована база данных Herdspan, включающая в себя обработку данных откормочных характеристик и кормового поведения 764 голов свиней породы дюрок, прошедших тестовый откорм на автоматических кормовых станциях. Оценивалось 13 показателей, из которых 7 признаков кормового поведения и 6 – откормочных характеристик. Оценка племенной ценности животных по исследованным признакам производилась с применением методологии BLUP Animal Model. **Результаты.** При определении весовых коэффициентов итогового уравнения индекса, включавшего все исследуемые признаки, опирались на выбранный принцип, по которому 50 % отдали весовым коэффициентам признаков кормового поведения, 50 % – весам откормочных показателей. Также в соответствии с данным принципом в признаках кормового поведения выделили 25 % на конверсию корма и столько же в откормочных показателях – на среднесуточный прирост. Полученные значения коэффициентов представили общую структуру селекционного индекса:  $I_{\text{итог}} = 0,5I_1 + 0,5I_2 = 0,0241 \text{ (TPD)} + 0,0439 \text{ (ADFI)} - 0,0376 \text{ (NVD)} - 0,0322 \text{ (TPV)} - 0,0074 \text{ (FR)} + 0,0376 \text{ (FPV)} - 0,5343 \text{ (FCR)} + 0,0531 \text{ (Age}_1\text{)} + 0,0778 \text{ (Age}_0\text{)} + 0,1217 \text{ (BW}_1\text{)} + 0,1027 \text{ (BW}_0\text{)} + 0,0331 \text{ (BWG)} + 0,4557 \text{ (ADG)}$ . Полученные результаты продемонстрировали различие между минимальным и максимальным индексом, составившим 76 пунктов сигмы. Также в соответствии с распределением относительно категорий RBV (относительной племенной ценности) среди 14 свиней с индексом, превышающим 120 ед., 30,8 % имеют категорию «безусловный улучшатель», 25,8 % – категорию «улучшатель». **Научная новизна.** Данные результаты показывают непосредственное влияние кормового поведения и конверсии корма на уточнение генетического потенциала животных, что позволит улучшить систему отбора и геномной оценки животных.

**Ключевые слова:** откормочные показатели, кормовое поведение, паратипическая корреляция, генетическая корреляция, селекционный индекс, EBV, относительная племенная ценность, свиньи породы дюрок.

**Для цитирования:** Контэ А. Ф., Белоус А. А., Отрадных П. И. Племенная ценность кормового поведения свиней // Аграрный вестник Урала. 2022. № 10 (225). С. 44–53. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-225-10-44-53.

**Дата поступления статьи:** 11.07.2022, **дата рецензирования:** 27.07.2022, **дата принятия:** 05.08.2022.

### Постановка проблемы (Introduction)

Разведение животных – это рукотворный процесс, при котором определенные черты улучшаются путем выбора лучших самцов и самок для создания потомства [1, с. 2]. Цель селекции в свиноводстве – производить наиболее рентабельную свинину с минимальными затратами корма [2, с. 2–3]. В свиноводстве на протяжении всей истории использовались различные методы селекции, такие как случайный отбор, тандемный отбор, независимые уровни отбраковки, метод суммарного балла (индексный отбор), расчет оценки племенной ценности (EBV), ожидаемая разница в потомстве (EPD), лучший линейный несмещенный прогноз (BLUP). Отбор на основе селекционного индекса является

наиболее часто используемым методом в программах улучшения генетики свиней [3, с. 16]. Основой любого из подобных методов является учет исходной информации, иными словами – фиксация количественных значений исследуемых признаков. Для достижения лучших результатов созданы современные системы учета в виде автоматических кормовых станций, которые отличаются высокой эффективностью и автоматизацией. В свиноводстве измерение важных признаков осуществляется с помощью двух типов эксплуатационных испытаний, а именно на кормовых станциях и при помощи полевых испытаний [4, с. 62]. Данные, полученные с кормовых станций, более точны, но, в настоящее время наиболее частыми становятся полевые испы-

тания. Преимущество такой оценки по сравнению с использованием тестовых станций заключается в том, что полевые испытания обходятся значительно дешевле, но и полученные результаты характеризуются меньшей точностью, особенно по показателю конверсии корма.

После сбора и обработки всей необходимой информации полученные оценки исследуемых признаков объединяются в оценку, называемую селекционным индексом. Таким образом, селекционеры могут проводить отбор одновременно по нескольким хозяйственно полезным признакам. Структура и форма индексов могут различаться в разных странах [5, с. 2; 6, с. 368; 7, с. 4126; 8, с. 2237; 9, с. 2] в зависимости от интереса к цели селекционного давления. Разработка индекса – это процесс, при котором значения племенной ценности всех признаков-критериев отбора интегрируются в одно значение [10, с. 2]. На протяжении многих поколений и столетий селекционное разведение домашних животных и растений основывалось на фенотипической оценке особей. Индекс представляет собой числовое выражение генетической ценности растения или животного для его дальнейшего использования в качестве родителя для производства нового поколения. При ведении селекции, направленной на улучшение нескольких признаков, которые могут различаться по изменчивости, наследственности, экономической значимости и корреляции между их фенотипами и генотипами, отбор по индексу является более эффективным, чем независимые уровни выбраковки или последовательный отбор. Поскольку информация, доступная для оценки племенной ценности, варьируется в зависимости от возраста и категорий отбираемых особей, полезны регрессионные (BLUP) прогнозы племенной ценности признаков [11, с. 2].

В связи с вышеизложенной актуальностью целью работы являлась разработка комплексной системы оценки с новыми показателями кормового поведения и конверсии корма у свиней породы дюрок на основе селекционного индекса.

Задачи исследования:

- определить секционно-генетические параметры изменчивости показателей свиней породы дюрок;
- провести анализ генетических корреляций показателей свиней;
- определить весовые коэффициенты и произвести расчет субиндексов для конструирования селекционного индекса;
- сопоставить оценки племенной ценности (EBV и RBV) между собой через селекционный индекс.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводили на базе ООО СПЦ «Топ Ген» (Воронежская область, п. Верхняя Хава). Откормочные показатели и признаки кормового по-

ведения были получены с автоматических кормовых станций Genstar (Cooperl, Франция) и Schauer (Schauer, Австрия) индивидуального тестового откорма свиней породы дюрок ( $n = 764$ ). Количество отцов, учтенных в исследовании, составило 36 голов.

Откормочными показателями и признаками кормового поведения свиней являлись: TPD (мин.) – время нахождения на кормовой станции в сутки; ADFI (г/сут) – среднесуточное потребление корма; NVD (ед.) – число посещений кормовой станции в сутки; TPV (мин.) – продолжительность одного посещения; FR (г/мин) – скорость потребления корма; FPV (г) – количество потребленного корма за посещение; FCR (кг/кг) – конверсия корма; Age<sub>1</sub> (дн.) – возраст постановки на кормовую станцию; Age<sub>0</sub> (дн.) – возраст снятия; BW<sub>1</sub> (кг) – живая масса на начало тестового откорма; BW<sub>0</sub> (кг) – живая масса на конец тестового откорма; BWG (кг) – прирост живой массы; ADG (г) – среднесуточный прирост.

При помощи программы REMLF90 были получены цифровые значения генетических вариантов и коварианс исследуемых признаков животных в соответствии с уравнениями модели [12, с. 8]:

$$y = \mu + DSM + \text{Period} + YW + \text{animal} + e, \quad (1)$$

где  $\mu$  – популяционная константа;

DSM – группировка выборки по эффекту «дата постановки × кормовая станция × количество недель выращивания», фиксированный эффект постановки животного на кормовую станцию;

YW – год × месяц рождения животного;

Period – продолжительность оценки животного, дн., рандомизированный эффект;

animal – эффект животного (единица измерения соответствует таковой у оцениваемого признака), рандомизированный эффект;

$e$  – остаточная вариация модели (единица измерения соответствует таковой у оцениваемого признака) [13, с. 4; 14, с. 23].

Вариансные и ковариансные параметры выборки установлены методом последовательных замещений (итерации) Гаусса – Зейделя [14, с. 22; 15, с. 277–278].

Согласно модели смешанного типа, охватывающей все взаимосвязанные показатели, оценивали паратипические и генетические корреляции.

Среди всех составляющих важнейшей является точность оценки генетических особенностей животного, которая в целом определяется точностью построения уравнения оценки. Для обеспечения максимальной точности оценки племенной ценности необходимо использовать точную информацию о родственниках, которая учитывается через матрицу родства в рамках уравнения смешанной модели.

Уравнение селекционного индекса имеет вид:

$$I = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots + a_nX_n, \quad (2)$$

где:  $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го признака в структуре индекса;

$X_i$  – оценка племенной ценности  $i$ -го признака.

В матричном виде селекционный индекс приобретает вид:

$$I = \sum_{i=1}^t X_i a_i = X'a, \quad (3)$$

где  $X_i$  – оценка племенной ценности  $i$ -го признака;

$a_i$  – индексный вес  $i$ -го признака;

$X'$  – вектор значений оценок племенной ценности свиней по включенным в индекс признакам;

$a = [a_1, a_2, \dots, a_t]$  – вектор индексных весов.

Максимальное увеличение корреляционной связи между значениями индекса и агрегатного генотипа является одним из основных критериев выбора индексных весов. Индексные веса, соответствующие этому критерию, служат решением системы уравнений:

$$a = P_0^{-1} G_{0H} v, \quad (4)$$

где  $P_0^{-1}$  – обратная фенотипическая ковариационная матрица признаков, включенных в селекционный индекс;

$G_{0H}$  – аддитивная генетическая ковариационная матрица между признаками, включенными в селекционный индекс, и признаками, включенными в агрегатный генотип;

$v$  – экономический вес признака.

На основе полученных вариационных компонентов был проведен расчет параметров генетической изменчивости между признаками и их наследуемости, а также оценка влияния паратипических факторов.

Племенная ценность самого животного:

$$BV = 2 \times \hat{s}, \quad (5)$$

где  $\hat{s}$  – прогноз  $1/2$  аддитивной генетической ценности свиньи.

Для сравнения племенной ценности разных особей по разным признакам удобнее пользоваться относительной племенной ценностью (RBV, %), которая рассчитывается по формуле:

$$RBV = (BV + \bar{P}) \times 100 / \bar{P}, \quad (6)$$

где  $\bar{P}$  – средняя продуктивность по всем животным [15].

Расчет селекционных показателей и визуализация данных в пакете qdmap проводился с помощью языка программирования R.

### Результаты (Results)

К признакам кормового поведения относятся количество потребленного корма, число посещений кормовой станции в сутки и продолжительность од-

Таблица 1  
 Популяционные значения изучаемой группы свиней породы дюрок (n = 764)

Показатели*	$X$	$\pm x$	$\sigma$	$C_v$	Min	Max
TPD	74,9	0,5	13,8	18,4	45,7	139,9
ADFI	2505,6	14,4	399,4	15,9	1140,9	4447,6
NVD	7,9	0,1	2,6	32,1	3,5	16,3
TPV	11,2	0,2	4,5	39,7	4,0	26,0
FR	35,5	0,3	8,6	24,1	16,6	74,5
FPV	371,5	5,5	150,7	40,6	144,6	798,9
FCR	2,2	0,01	0,2	9,1	1,8	3,7
Age <sub>1</sub>	78,1	0,3	7,6	9,8	59,0	111,0
Age <sub>0</sub>	156,1	0,4	9,9	6,3	131,0	191,0
BW <sub>1</sub>	35,7	0,2	5,4	15,1	19,9	53,0
BW <sub>0</sub>	110,0	0,4	12,0	10,9	68,9	157,0
BWG	74,3	0,4	11,6	15,6	38,6	110,9
ADG	957,4	5,0	138,4	14,5	424,2	1507,7

Table 1  
 Initial information on Duroc pigs reference group

Indicators	$X$	$\pm x$	$\sigma$	$C_v$	Min	Max
TPD	74.9	0.5	13.8	18.4	45.7	139.9
ADFI	2505.6	14.4	399.4	15.9	1140.9	4447.6
NVD	7.9	0.1	2.6	32.1	3.5	16.3
TPV	11.2	0.2	4.5	39.7	4.0	26.0
FR	35.5	0.3	8.6	24.1	16.6	74.5
FPV	371.5	5.5	150.7	40.6	144.6	798.9
FCR	2.2	0.01	0.2	9.1	1.8	3.7
Age <sub>1</sub>	78.1	0.3	7.6	9.8	59.0	111.0
Age <sub>0</sub>	156.1	0.4	9.9	6.3	131.0	191.0
BW <sub>1</sub>	35.7	0.2	5.4	15.1	19.9	53.0
BW <sub>0</sub>	110.0	0.4	12.0	10.9	68.9	157.0
BWG	74.3	0.4	11.6	15.6	38.6	110.9
ADG	957.4	5.0	138.4	14.5	424.2	1507.7

ного посещения, которые плотно взаимосвязаны с откормочными показателями ( $r=0,54\dots0,80$ ) (рис. 1).

Анализ коррелограммы показал, что возраст снятия с тестового откорма отрицательно связан с числом посещений кормовой станции ( $r = -0,61$ ). Относительно же генетической взаимосвязи конверсия корма отрицательно коррелирует с количеством съеденного корма всего и за посещение ( $r = -0,58\dots0,60$ ), а длительность приема корма – с количеством съеденного корма за посещение ( $r = 0,74$ ).

Что касается откормочных показателей, то они логически обоснованно генетически коррелируют между собой по абсолютному и среднесуточному приросту с живой массой на конец тестового откорма ( $r = 0,74\dots0,78$ ).

В таблице 1 приведены средние значения по изучаемой выборке животных для откормочных показателей и признаков кормового поведения, которые будут служить некой нулевой отметкой (стандартом) для прогноза племенной ценности.

Признаки кормового поведения отличались наибольшей фенотипической изменчивостью (от 15.9 до 40.6 %), за исключением конверсии корма (9.1 %), достигая максимальной изменчивости по количеству съеденного корма за посещение. Вариабельность откормочных показателей колебалась в пределах от 6.3 до 15.6 %. Данные значения могут свидетельствовать о более субъективной форме учета изучаемых показателей или об их большей выравненности по среднему популяционному значению.

Оценки рассматриваемых свиней по совокупности откормочных показателей и признаков кормового поведения базируются на теоретической основе построения селекционного индекса. Для каждого показателя рассчитаны частные значения субиндексов, включающие оценки признаков на основе генетических и фенотипических ковариансов, а также коэффициентов наследуемости (таблица 2).

Весовые коэффициенты значений субиндексов показывают нам неравную ценность элементов уравнений при использовании агрегативных показателей.

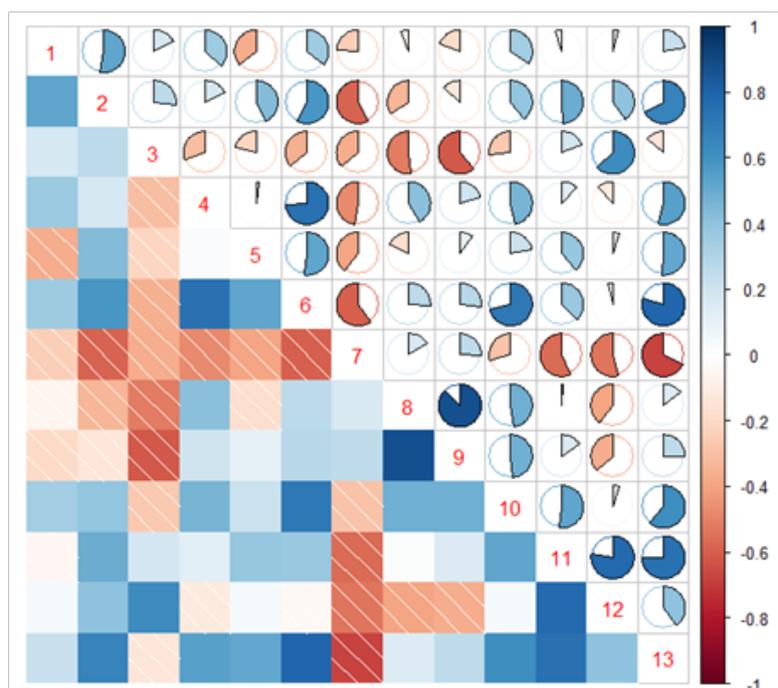


Рис. 1. Тепловая карта корреляций по кормовому поведению и откормочным показателям хрячков породы дюрок: 1. TPD (мин.) – время нахождения на кормовой станции в сутки; 2. ADFI (г/сут) – среднесуточное потребление корма; 3. NVD (ед.) – число посещений кормовой станции в сутки; 4. TPV (мин.) – продолжительность одного посещения; 5. FR (г/мин) – скорость потребления корма; 6. FPV (г) – количество потребленного корма за посещение; 7. FCR (кг/кг) – конверсия корма; 8. Age<sub>1</sub> (дн.) – возраст постановки на кормовую станцию; 9. Age<sub>0</sub> (дн.) – возраст снятия; 10. BW<sub>1</sub> (кг) – живая масса на начало тестового откорма; 11. BW<sub>0</sub> (кг) – живая масса на конец тестового откорма; 12. BWG (кг) – прирост живой массы; 13. ADG (г) – среднесуточный прирост

Fig. 1. Correlation heatmap for feeding behavior and fattening traits in Duroc pigs: 1. TPD (minutes) – time of feeding per day (minutes); 2. ADFI (g/day) – average daily feed intake (grams per day); 3. NVD (units) – number of feeder visits per day; 4. TPV (minutes) – mean duration of visit (minutes); 5. FR (g/minute) – feed intake speed (grams per minute); 6. FPV (g) – mean amount of food eaten per visit (grams); 7. FCR (kg/kg) – feed conversion ratio (kilograms eaten per gain kilograms); 8. Age<sub>0</sub> (days) – assignment to feeding station age (days); 9. Age<sub>1</sub> (days) – withdrawal age; 10. BW<sub>0</sub> (kg) – live weight at the beginning of fattening (kg); 11. BW<sub>1</sub> (kg) – live weight at the end of fattening; 12. BWG (kg) – increase in live weight (kg); 13. ADG (g) – average daily gain

Таблица 2

Уравнения селекционных субиндексов признаков кормового поведения и откормочных показателей

Показатели	Уравнение субиндекса
Кормовое поведение	$I_1 = 0,0241x_1 + 0,0439x_2 - 0,0376x_3 - 0,0322x_4 - 0,0074x_5 + 0,0376x_6 - 0,5343x_7$
Откормочные показатели	$I_2 = 0,0531x_8 + 0,0778x_9 + 0,1217x_{10} + 0,1027x_{11} + 0,0331x_{12} + 0,4557x_{13}$

Примечание.  $x_1$  – TPD (мин.);  $x_2$  – ADFI (г/сут);  $x_3$  – NVD (ед.);  $x_4$  – TPV (мин.);  $x_5$  – FR (г/мин);  $x_6$  – FPV (г);  $x_7$  – FCR (кг/кг);  $x_8$  – Age1 (дн.);  $x_9$  – Age0 (дн.);  $x_{10}$  – BW1 (кг);  $x_{11}$  – BW0 (кг);  $x_{12}$  – BWG (кг);  $x_{13}$  – ADG (г).

Table 2  
Feeding behavior and fattening trait complexes' selection index equations

Indicators	Equation
Feeding behavior	$I_1 = 0.0241x_1 + 0.0439x_2 - 0.0376x_3 - 0.0322x_4 - 0.0074x_5 + 0.0376x_6 - 0.5343x_7$
Fattening indicators	$I_2 = 0.0531x_8 + 0.0778x_9 + 0.1217x_{10} + 0.1027x_{11} + 0.0331x_{12} + 0.4557x_{13}$

Note.  $x_1$  – TPD (minutes);  $x_2$  – ADFI (g/day);  $x_3$  – NVD;  $x_4$  – TPV (minutes);  $x_5$  – FR (g/min);  $x_6$  – FPV (g);  $x_7$  – FCR (kg/kg);  $x_8$  – Age0 (days);  $x_9$  – Age1 (days);  $x_{10}$  – BW0 (kg);  $x_{11}$  – BW1 (kg);  $x_{12}$  – BWG (kg);  $x_{13}$  – ADG (g).

Таблица 3

Показатели селекционного индекса и категории оценок племенной ценности свиней

EIT	n	Категории относительной племенной ценности (по RBV)				
		++	+	0	-	--
> 120	14	30,8* (3...8)**	25,8 (1...6)	28,0 (1...6)	8,8 (1...3)	6,6 (1...2)
80–120	743	2,1 (1...7)	16,8 (1...8)	61,1 (1...13)	18,3 (1...8)	1,7 (1...5)
< 70	7	6,6 (1)	5,5 (2)	24,2 (1...5)	31,9 (2...7)	31,9 (1...7)

Примечание. \* Числа указаны в процентах; \*\* в скобках указаны минимальные и максимальные количества признаков.

Table 3  
Selection index values and categories of pigs' breeding value estimates

EIT	n	Categories of relative breeding value (according to RBV)				
		++	+	0	-	--
> 120	14	30.8* (3...8)**	25.8 (1...6)	28.0 (1...6)	8.8 (1...3)	6.6 (1...2)
80–120	743	2.1 (1...7)	16.8 (1...8)	61.1 (1...13)	18.3 (1...8)	1.7 (1...5)
< 70	7	6.6 (1)	5.5 (2)	24.2 (1...5)	31.9 (2...7)	31.9 (1...7)

Note. \* Numbers are defined in percentage; \*\* minimal and maximum traits amount are in brackets.

Различные уровни изменчивости показателей свиней породы дюрок, а также неодинаковая степень их корреляционного отношения (паратипического и генетического) обуславливают разностороннюю информативность исследуемых признаков в популяции по оценке субиндексов.

При определении весовых коэффициентов субиндексов для общего уравнения индекса исследуемых показателей опирались на выбранный нами принцип, согласно которому 0,5 (50 %) отдали признакам кормового поведения и откормочным показателям. Также в соответствии с данным принципом в признаках кормового поведения выделили 0,25 (25 %) на конверсию корма, как и в откормочных показателях – на среднесуточный привес.

Полученные аргументы значения представили общую структуру селекционного индекса:

$$I_{\text{итог}} = 0,5I_1 + 0,5I_2 = 0,0241x_1 + 0,0439x_2 - 0,0376x_3 - 0,0322x_4 - 0,0074x_5 + 0,0376x_6 - 0,5343x_7$$

$$+ 0,0531x_8 + 0,0778x_9 + 0,1217x_{10} + 0,1027x_{11} + 0,0331x_{12} + 0,4557x_{13}.$$

Рассмотрели полученные оценки откормочных показателей и признаков кормового поведения по отдельности и с применением сконструированного селекционного индекса, включающего 13 изучаемых показателей (таблица 3). В качестве примера привели племенные оценки и значения селекционного индекса (EIT) для свиней, чей порог показателей превышал 120 ед., а также видимые различия параметров отрицательного характера по свиньям с индексом ниже 80 ед. Оцененное число животных составило 764 головы.

Полученные данные по лучшим животным в изучаемой популяции свиней дюрок дали возможность сделать сравнительную оценку по всей совокупной выборке: различие между минимальным и максимальным индексом, представленное в долях сигмы, составило 76 пунктов. Также в соответствии

с распределением относительно категорий RBV (относительной племенной ценности) среди 14 свиней с индексом, превышающим 120 ед., 30,8 % имеют категорию «++», 25,8 % – категорию «+». При этом 28 % относятся к нейтральным по 1...6 показателям и 8,8 % имеют категорию «-» – от 1 до 3 признаков. Большая часть анализируемых свиней (около 97,3 %) обладает селекционным индексом в пределах 80...120 единиц. Они относятся к нейтральным по 13 признакам, но в то же время среди них 2,1 % относятся к категории «++» по 1...7 признакам и 16,8 % – к категории «+». Также при анализе характера связи между двумя системами оценок видно, что селекционный индекс ЕПТ имеет достаточно плотную связь с оценками кормового поведения: длительность приема пищи ( $r = 0,60$ ), количество съеденного корма ( $r = 0,88$ ), конверсия корма ( $r = -0,67$ ) и с оценками откормочных показателей: среднесуточный прирост ( $r = 0,93$ ), живая масса на начало и конец тестового откорма ( $r = 0,70...0,69$ ).

В таблице 4 показано количество свиней, имеющих разную принадлежность к категориям и среднее значение селекционного индекса.

Изучаемые животные, имеющие категорию «++», обладали показателями селекционного индекса в пределах 100,6–122,9. Наибольшее количество свиней наблюдается с категорией «+», чьи значения индекса ЕПТ непосредственно были в пределах 101,8–110,4.

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

Данные по 764 головам хрячков породы дюрок, проходящих тестовый откорм на автоматических кормовых станциях, использовались для расчета паратипических и генетических параметров, среди которых среднесуточный прирост (ADG), коэффициент конверсии корма (FRC) и показатели кормового поведения. Вариационные и ковариационные несмещенные линейные оценки изучаемых показателей для использования в селекционном индексе установлены методом последовательных замещений (итерации) Гаусса – Зейделя. Согласно модели смешанного типа, охватывающей все взаимосвязанные показатели, оценивали паратипические и генетические корреляции, благодаря которым были выявлены тесные и высокие значения.

Селекционный индекс ( $I_{\text{итог}}$ ), построенный в исследовании на основе фенотипических и генетических вариаций и ковариаций чистопородных хрячков породы дюрок, протестированных на автоматических кормовых станциях, выглядит следующим образом:

$$I_{\text{итог}} = 0,5I_1 + 0,5I_2 = 0,0241 (\text{TPD}) + 0,0439 (\text{ADFI}) - 0,0376 (\text{NVD}) - 0,0322 (\text{TPV}) - 0,0074 (\text{FR}) + 0,0376 (\text{FPV}) - 0,5343 (\text{FCR}) + 0,0531 (\text{Age}_1) + 0,0778 (\text{Age}_0) + 0,1217 (\text{BW}_1) + 0,1027 (\text{BW}_0) + 0,0331 (\text{BWG}) + 0,4557 (\text{ADG}).$$

Таблица 4  
Сопоставление оценок племенной ценности (EBV) свиней

Показатели	++	+	0	-	--
<b>Кормовое поведение</b>					
TPD	109,0	104,1	100,4	95,6	96,3
<i>n</i>	25	135	443	145	16
ADFI	112,8	106,4	99,9	95,4	88,7
<i>n</i>	12	160	428	150	14
NVD	100,6	97,6	100,4	102,4	102,8
<i>n</i>	24	116	470	138	16
TPV	117,1	107,1	100,3	93,8	85,7
<i>n</i>	23	116	469	145	11
FR	115,9	105,3	99,7	97,3	91,5
<i>n</i>	13	127	487	124	13
FPV	122,1	109,9	100,3	90,5	80,3
<i>n</i>	21	134	452	143	14
FCR	117,8	107,4	100,1	92,6	89,3
<i>n</i>	17	128	466	131	22
<b>Откормочные показатели</b>					
Age <sub>1</sub>	105,8	103,5	100,4	97,4	93,1
<i>n</i>	24	117	477	128	18
Age <sub>0</sub>	106,5	103,6	100,1	98,1	94,0
<i>n</i>	22	121	465	141	15
BW <sub>1</sub>	115,7	108,0	100,6	92,4	85,9
<i>n</i>	23	125	453	148	15
BW <sub>0</sub>	114,0	107,9	100,7	92,2	84,9
<i>n</i>	19	129	463	136	17
BWG	105,3	99,6	100,8	99,1	97,8
<i>n</i>	22	127	460	135	20
ADG	122,9	110,4	100,4	90,4	81,2
<i>n</i>	19	137	442	148	18

Table 4  
Comparison of pigs EBVs

Indicators	++	+	0	-	--
<b>Feeding performance</b>					
TPD	109.0	104.1	100.4	95.6	96.3
n	25	135	443	145	16
ADFI	112.8	106.4	99.9	95.4	88.7
n	12	160	428	150	14
NVD	100.6	97.6	100.4	102.4	102.8
n	24	116	470	138	16
TPV	117.1	107.1	100.3	93.8	85.7
n	23	116	469	145	11
FR	115.9	105.3	99.7	97.3	91.5
n	13	127	487	124	13
FPV	122.1	109.9	100.3	90.5	80.3
n	21	134	452	143	14
FCR	117.8	107.4	100.1	92.6	89.3
n	17	128	466	131	22
<b>Fattening traits</b>					
Age <sub>1</sub>	105.8	103.5	100.4	97.4	93.1
n	24	117	477	128	18
Age <sub>0</sub>	106.5	103.6	100.1	98.1	94.0
n	22	121	465	141	15
BW <sub>1</sub>	115.7	108.0	100.6	92.4	85.9
n	23	125	453	148	15
BW <sub>0</sub>	114.0	107.9	100.7	92.2	84.9
n	19	129	463	136	17
BWG	105.3	99.6	100.8	99.1	97.8
n	22	127	460	135	20
ADG	122.9	110.4	100.4	90.4	81.2
n	19	137	442	148	18

При селекции по откормочным показателям и признакам кормового поведения можно достичь наиболее положительного эффекта по общему комплексу признаков, чем при индивидуальной селекции по определенным параметрам. Целесообразно применение в качестве одного из основных критериев селекционной работы значения селекционного индекса. Для выявления целесообразности использования селекционного индекса были получены и сопоставлены оценки племенной ценности (EBV и RBV) между собой. Полученные результаты показали различие между минимальным и максимальным индексом, представленным в долях сигмы, что составило 76 пунктов. Также в соответствии с распределением относительно категорий RBV (от-

носительной племенной ценности) среди 14 свиной с индексом, превышающим 120 ед., 30,8 % имеют категорию «++» и 25,8 % – категорию «+». Данные результаты непосредственно указывают на широкий спектр возможностей отбора животных в целях проведения той или иной стратегии племенной работы в СГЦ.

#### Благодарности (Acknowledgements)

Выражаем благодарность в предоставлении данных специалистам ООО Селекционно-Гибридный Центр «Топ Ген».

Исследования выполнены в рамках Государственного задания Минобрнауки России № 0445-2021-0016.

#### Библиографический список

- Novikov A., Suslina E., Pokhodnya G., Breslavetz Y., Breslavetz A. Improving the assessment of the breeding value of pigs based on the use of BLUP methods and genomic analysis [e-resource] // BIO Web Conf. 2021. Vol. 36. Article number 06039. URL: [https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2021/08/bioconf\\_fs-raaba2021\\_06039.pdf](https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2021/08/bioconf_fs-raaba2021_06039.pdf) (date of reference: 07.07.2022).
- Gilbert H., Billon Y., Brossard L., Faure J., Gatellier P., Gondret F. et al. Review: divergent selection for residual feed intake in the growing pig [e-resource] // Animal. 2017. Vol. 11. Pp. 1–13. URL: [https://www.researchgate.net/publication/312931392\\_Review\\_Divergent\\_selection\\_for\\_residual\\_feed\\_intake\\_in\\_the\\_growing\\_pig](https://www.researchgate.net/publication/312931392_Review_Divergent_selection_for_residual_feed_intake_in_the_growing_pig) (date of reference: 05.07.2022).
- Stas N. M. Effect of sire line and selection index category on pig growth performance from weaning to harvest and carcass characteristics: doctoral dissertation [e-resource]. Urbana, Illinois, 2017. 44 p. URL: <https://>

webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:j-Bi063Y194J:https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/97282/STAS-THESIS-2017.pdf%3Fsequence%3D1+&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=ru (date of reference: 05.07.2022).

4. Белоус А. А., Требуных Е. А. Сравнительное исследование особенностей кормового поведения свиней пород ландрас и дюрок // Достижения науки и техники АПК. 2021. № 10. С. 61–65.

5. Aliakbari A., Delpuech E., Labrune Y. et al. The impact of training on data from genetically-related lines on the accuracy of genomic predictions for feed efficiency traits in pigs [e-resource] // Genetics Selection Evolution. 2020. Vol. 52. No. 5. Pp. 1–15. URL: <https://gsejournal.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12711-020-00576-0.pdf> (date of reference: 06.07.2022).

6. Elbert K., Matthews N., Wassmuth R., Tetens J. Effects of sire line, birth weight and sex on growth performance and carcass traits of crossbred pigs under standardized environmental conditions [e-resource] // Archives Animal Breeding. 2020. No. 63 (2). Pp. 367–376. URL: [https://www.researchgate.net/publication/346636364\\_Effects\\_of\\_sire\\_line\\_birth\\_weight\\_and\\_sex\\_on\\_growth\\_performance\\_and\\_carcass\\_traits\\_of\\_crossbred\\_pigs\\_under\\_standardized\\_environmental\\_conditions](https://www.researchgate.net/publication/346636364_Effects_of_sire_line_birth_weight_and_sex_on_growth_performance_and_carcass_traits_of_crossbred_pigs_under_standardized_environmental_conditions) (date of reference: 09.07.2022).

7. Godinho R. M., Bastiaansen J. W. M., Sevillano C. A., Silva F. F., Guimarães S. E. F., Bergsma R. Genotype by feed interaction for feed efficiency and growth performance traits in pigs [e-resource] // Journal of Animal Science. 2018. Vol. 96 (10). Pp. 4125–4135. URL: [https://www.researchgate.net/publication/325013337\\_Genotype\\_by\\_feed\\_interaction\\_in\\_grower-finisher\\_pigs\\_fed\\_different\\_diets](https://www.researchgate.net/publication/325013337_Genotype_by_feed_interaction_in_grower-finisher_pigs_fed_different_diets) (date of reference: 08.07.2022).

8. Déru V., Bouquet A., Hassenfratz C., Blanchet B., Carillier-Jacquin C., Gilbert H. Impact of a high-fibre diet on genetic parameters of production traits in growing pigs [e-resource] // Animal. 2020. Vol. 14. Iss. 11. Pp. 2236–2245. URL: [https://www.researchgate.net/publication/342316480\\_Impact\\_of\\_a\\_high-fibre\\_diet\\_on\\_genetic\\_parameters\\_of\\_production\\_traits\\_in\\_growing\\_pigs](https://www.researchgate.net/publication/342316480_Impact_of_a_high-fibre_diet_on_genetic_parameters_of_production_traits_in_growing_pigs) (date of reference: 09.07.2022).

9. Helm E. T., Ross J. W., Patience J. F., Lonergan S. M., Huff-Lonergan E., Greiner L. L., Reeve L. M., Hastad C. W., Arkfeld E. K., Gabler N. K. Nutritional approaches to slow late finishing pig growth: implications on carcass composition and pork quality [e-resource] // Journal of Animal Science. 2020. Vol. 99. Iss. 1. Pp. 1–10. URL: [https://www.researchgate.net/publication/348215469\\_Nutritional\\_approaches\\_to\\_slow\\_late\\_finishing\\_pig\\_growth\\_implications\\_on\\_carcass\\_composition\\_and\\_pork\\_quality](https://www.researchgate.net/publication/348215469_Nutritional_approaches_to_slow_late_finishing_pig_growth_implications_on_carcass_composition_and_pork_quality) (date of reference: 09.07.2022).

10. Herrera-Cáceres W., Sánchez J. P. Selection for feed efficiency using the social effects animal model in growing Duroc pigs: evaluation by simulation [e-resource] // Genetics Selection Evolution. 2020. Vol. 52. Pp. 1–10. URL: <https://gsejournal.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12711-020-00572-4.pdf> (date of reference: 10.07.2022).

11. Nebylytsia M. S., Bojko O. Improvement of algorithm of criteria of selection of pigs of male parental form with use of BLUP method [e-resource] // Bulletin of Agricultural Science. 2019. Pp. 1–6. URL: [https://agrovisnyk.com/pdf/en\\_2019\\_11\\_08.pdf](https://agrovisnyk.com/pdf/en_2019_11_08.pdf) (date of reference: 09.07.2022).

12. Godinho R. M., Bergsma R., Silva F. F., Sevillano C. A., Knol E. F., Lopes M. S. et al. Genetic Correlations between Feed Efficiency Traits, and Growth Performance and Carcass Traits in Purebred and Crossbred Pigs [e-resource] // Journal of Animal Science. 2018. Vol. 96. Iss. 3. Pp. 817–829. URL: [https://www.researchgate.net/publication/322700941\\_Genetic\\_correlations\\_between\\_feed\\_efficiency\\_traits\\_and\\_growth\\_performance\\_and\\_carcass\\_traits\\_in\\_purebred\\_and\\_crossbred\\_pigs](https://www.researchgate.net/publication/322700941_Genetic_correlations_between_feed_efficiency_traits_and_growth_performance_and_carcass_traits_in_purebred_and_crossbred_pigs) (date of reference: 09.07.2022).

13. Abdollahi-Arpanahi R., Lourenco D., Misztal I. Detecting effective starting point of genomic selection by divergent trends from best linear unbiased prediction and single-step genomic best linear unbiased prediction in pigs, beef cattle, and broilers [e-resource] // Journal of Animal Science. 2021. Vol. 99. Iss. 9. Pp. 1–11. URL: [https://www.researchgate.net/publication/353912563\\_Detecting\\_effective\\_starting\\_point\\_of\\_genomic\\_selection\\_by\\_divergent\\_trends\\_from\\_BLUP\\_and\\_ssGBLUP\\_in\\_pigs\\_beef\\_cattle\\_and\\_broilers](https://www.researchgate.net/publication/353912563_Detecting_effective_starting_point_of_genomic_selection_by_divergent_trends_from_BLUP_and_ssGBLUP_in_pigs_beef_cattle_and_broilers) (date of reference: 10.07.2022).

14. Kodak O., István N. Historical overview of the selection indices applied in pig breeding [e-resource] // Acta Agraria Kaposváriensis. 2019. Vol. 23. No. 1. Pp. 22–31. URL: [http://real.mtak.hu/106236/1/2294-Kodak\\_Nagy.pdf](http://real.mtak.hu/106236/1/2294-Kodak_Nagy.pdf) (date of reference: 07.07.2022).

15. Контэ А. Ф., Янчуков И. Н., Сермягин А. А., Бычкунова Н. Г. Оценка племенной ценности быков популяции черно-пестрого скота Московской области по типу телосложения их дочерей // Известия НВ АУК. 2019. № 3. С. 275–283. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-35.

#### Об авторах:

Александр Федорович Контэ<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0003-4877-0883, AuthorID 849809; [alexandrconte@yandex.ru](mailto:alexandrconte@yandex.ru)

Анна Александровна Белоус<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0001-7533-4281, AuthorID 936741; [abelous.vij@ua.ru](mailto:abelous.vij@ua.ru)

Петр Ильич Отрадный<sup>1</sup>, младший научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0002-1153-5815, AuthorID 1025312; [deriteronard@gmail.com](mailto:deriteronard@gmail.com)

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

## Breeding value of feeding behavior of pigs

A. F. Konte<sup>1</sup>, A. A. Belous<sup>1</sup>✉, P. I. Otradnov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> L. K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Russia

✉ E-mail: [abelous.vij@ya.ru](mailto:abelous.vij@ya.ru)

**Abstract.** The purpose of the research is to develop a comprehensive assessment system with new indicators of feed behavior and feed conversion in Duroc pigs based on a selection index. **Research methods.** The Herdsman database was used, which includes the processing of data on fattening characteristics and feeding behavior of 764 heads of Duroc pigs that have passed test fattening at automatic feeding stations. 13 indicators were evaluated, of which 7 indicators of feeding behavior and 6 – fattening characteristics. The evaluation of breeding value animals according to studied traits was carried out using the BLUP Animal Model methodology. **Results.** When determining the weight coefficients of final index equation, which included all the studied traits, we relied on the chosen principle, according to which 50 % was given to weight coefficients of feeding behavior traits and 50 % to the weights of the fattening indicators. Also, in accordance with this principle, in feeding behavior indicators, 25 % was allocated for feed conversion, and the same amount in fattening indicators – for the average daily weight gain. The obtained values of the coefficients presented the general structure of the selection index:  $I_{total} = 0.5I_1 + 0.5I_2 = 0.0241$  (TPD) + 0.0439 (ADFI) – 0.0376 (NVD) – 0.0322 (TPV) – 0.0074 (FR) + 0.0376 (FPV) – 0.5343 (FCR) + 0.0531 (Age<sub>1</sub>) + 0.0778 (Age<sub>0</sub>) + 0.1217 (BW<sub>1</sub>) + 0.1027 (BW<sub>0</sub>) + 0.0331 (BWG) + 0.4557 (ADG). The results obtained showed the difference between the minimum and maximum index, which was 76 sigma points. Also, according to distribution according the categories of RBV (relative breeding value) among 14 pigs with an index greater than 120 units, 30.8 % have the category “unconditional improver” and 25.8 % – the category “improver”. **Scientific novelty.** These results show the direct impact of feeding behavior and feed conversion on the refinement of animal’s genetic potential, which will improve the system of selection and genomic evaluation of animals.

**Keywords:** fattening performance, feeding behavior, paratypic and genetic correlations, selection index, EBV, relative breeding value, Duroc pigs.

**For citation:** Konte A. F., Belous A. A., Otradnov P. I. Plemennaya tsennost’ kormovogo povedeniya sviney [Breeding value of feeding behavior of pigs] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 10 (225). Pp. 44–53. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-225-10-44-53 (In Russian.)

**Date of paper submission:** 11.07.2022, **date of review:** 27.07.2022, **date of acceptance:** 05.08.2022.

### References

1. Novikov A., Suslina E., Pokhodnya G., Breslavetz Y., Breslavetz A. Improving the assessment of the breeding value of pigs based on the use of BLUP methods and genomic analysis [e-resource] // BIO Web Conf. 2021. Vol. 36. Article number 06039. URL: [https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2021/08/bioconf\\_fs-raaba2021\\_06039.pdf](https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2021/08/bioconf_fs-raaba2021_06039.pdf) (date of reference: 07.07.2022).
2. Gilbert H., Billon Y., Brossard L., Faure J., Gatellier P., Gondret F. et al. Review: divergent selection for residual feed intake in the growing pig [e-resource] // Animal. 2017. Vol. 11. Pp. 1–13. URL: [https://www.researchgate.net/publication/312931392\\_Review\\_Divergent\\_selection\\_for\\_residual\\_feed\\_intake\\_in\\_the\\_growing\\_pig](https://www.researchgate.net/publication/312931392_Review_Divergent_selection_for_residual_feed_intake_in_the_growing_pig) (date of reference: 05.07.2022).
3. Stas N. M. Effect of sire line and selection index category on pig growth performance from weaning to harvest and carcass characteristics: doctoral dissertation [e-resource]. Urbana, Illinois, 2017. 44 p. URL: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:j-Bi063Y194J:https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/97282/STAS-THESIS-2017.pdf%3Fsequence%3D1+%&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=ru> (date of reference: 05.07.2022).
4. Belous A. A., Trebunskikh E. A. Sravnitel'noe issledovanie osobennostey kormovogo povedeniya sviney porod landras i dyurok [Comparative study of the feeding behavior of Landrace and Duroc pigs] // Achievements of science and technology of the AIC. 2021. No. 10. Pp. 61–65. (In Russian.)
5. Aliakbari A., Delpuech E., Labrune Y. et al. The impact of training on data from genetically-related lines on the accuracy of genomic predictions for feed efficiency traits in pigs [e-resource] // Genetics Selection Evolution.

2020. Vol. 52. No. 5. Pp. 1–15. URL: <https://gsejournal.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12711-020-00576-0.pdf> (date of reference: 06.07.2022).

6. Elbert K., Matthews N., Wassmuth R., Tetens J. Effects of sire line, birth weight and sex on growth performance and carcass traits of crossbred pigs under standardized environmental conditions [e-resource] // *Archives Animal Breeding*. 2020. No. 63 (2). Pp. 367–376. URL: [https://www.researchgate.net/publication/346636364\\_Effects\\_of\\_sire\\_line\\_birth\\_weight\\_and\\_sex\\_on\\_growth\\_performance\\_and\\_carcass\\_traits\\_of\\_crossbred\\_pigs\\_under\\_standardized\\_environmental\\_conditions](https://www.researchgate.net/publication/346636364_Effects_of_sire_line_birth_weight_and_sex_on_growth_performance_and_carcass_traits_of_crossbred_pigs_under_standardized_environmental_conditions) (date of reference: 09.07.2022).

7. Godinho R. M., Bastiaansen J. W. M., Sevillano C. A., Silva F. F., Guimarães S. E. F., Bergsma R. Genotype by feed interaction for feed efficiency and growth performance traits in pigs [e-resource] // *Journal of Animal Science*. 2018. Vol. 96 (10). Pp. 4125–4135. URL: [https://www.researchgate.net/publication/325013337\\_Genotype\\_by\\_feed\\_interaction\\_in\\_grower-finisher\\_pigs\\_fed\\_different\\_diets](https://www.researchgate.net/publication/325013337_Genotype_by_feed_interaction_in_grower-finisher_pigs_fed_different_diets) (date of reference: 08.07.2022).

8. Déru V., Bouquet A., Hassenfratz C., Blanchet B., Carillier-Jacquin C., Gilbert H. Impact of a high-fibre diet on genetic parameters of production traits in growing pigs [e-resource] // *Animal*. 2020. Vol. 14. Iss. 11. Pp. 2236–2245. URL: [https://www.researchgate.net/publication/342316480\\_Impact\\_of\\_a\\_high-fibre\\_diet\\_on\\_genetic\\_parameters\\_of\\_production\\_traits\\_in\\_growing\\_pigs](https://www.researchgate.net/publication/342316480_Impact_of_a_high-fibre_diet_on_genetic_parameters_of_production_traits_in_growing_pigs) (date of reference: 09.07.2022).

9. Helm E. T., Ross J. W., Patience J. F., Lonergan S. M., Huff-Lonergan E., Greiner L. L., Reeve L. M., Hastad C. W., Arkfeld E. K., Gabler N. K. Nutritional approaches to slow late finishing pig growth: implications on carcass composition and pork quality [e-resource] // *Journal of Animal Science*. 2021. Vol. 99. Iss. 1. Pp. 1–10. URL: [https://www.researchgate.net/publication/348215469\\_Nutritional\\_approaches\\_to\\_slow\\_late\\_finishing\\_pig\\_growth\\_implications\\_on\\_carcass\\_composition\\_and\\_pork\\_quality](https://www.researchgate.net/publication/348215469_Nutritional_approaches_to_slow_late_finishing_pig_growth_implications_on_carcass_composition_and_pork_quality) (date of reference: 09.07.2022).

10. Herrera-Cáceres W., Sánchez J. P. Selection for feed efficiency using the social effects animal model in growing Duroc pigs: evaluation by simulation [e-resource] // *Genetics Selection Evolution*. 2020. Vol. 52. Pp. 1–10. URL: <https://gsejournal.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12711-020-00572-4.pdf> (date of reference: 10.07.2022).

11. Nebylytsia M. S., Bojko O. Improvement of algorithm of criteria of selection of pigs of male parental form with use of BLUP method [e-resource] // *Bulletin of Agricultural Science*. 2019. Pp. 1–6. URL: [https://agrovisnyk.com/pdf/en\\_2019\\_11\\_08.pdf](https://agrovisnyk.com/pdf/en_2019_11_08.pdf) (date of reference: 09.07.2022).

12. Godinho R. M., Bergsma R., Silva F. F., Sevillano C. A., Knol E. F., Lopes M. S. et al. Genetic Correlations between Feed Efficiency Traits, and Growth Performance and Carcass Traits in Purebred and Crossbred Pigs [e-resource] // *Journal of Animal Science*. 2018. Vol. 96. Iss. 3. Pp. 817–829. URL: [https://www.researchgate.net/publication/322700941\\_Genetic\\_correlations\\_between\\_feed\\_efficiency\\_traits\\_and\\_growth\\_performance\\_and\\_carcass\\_traits\\_in\\_purebred\\_and\\_crossbred\\_pigs](https://www.researchgate.net/publication/322700941_Genetic_correlations_between_feed_efficiency_traits_and_growth_performance_and_carcass_traits_in_purebred_and_crossbred_pigs) (date of reference: 09.07.2022).

13. Abdollahi-Arpanahi R., Lourenco D., Misztal I. Detecting effective starting point of genomic selection by divergent trends from best linear unbiased prediction and single-step genomic best linear unbiased prediction in pigs, beef cattle, and broilers [e-resource] // *Journal of Animal Science*. 2021. Vol. 99. Iss. 9. Pp. 1–11. URL: [https://www.researchgate.net/publication/353912563\\_Detecting\\_effective\\_starting\\_point\\_of\\_genomic\\_selection\\_by\\_divergent\\_trends\\_from\\_BLUP\\_and\\_ssGBLUP\\_in\\_pigs\\_beef\\_cattle\\_and\\_broilers](https://www.researchgate.net/publication/353912563_Detecting_effective_starting_point_of_genomic_selection_by_divergent_trends_from_BLUP_and_ssGBLUP_in_pigs_beef_cattle_and_broilers) (date of reference: 10.07.2022).

14. Kodak O., István N. Historical overview of the selection indices applied in pig breeding [e-resource] // *Acta Agraria Kaposváriensis*. 2019. Vol. 23. No. 1. Pp. 22–31. URL: [http://real.mtak.hu/106236/1/2294-Kodak\\_Nagy.pdf](http://real.mtak.hu/106236/1/2294-Kodak_Nagy.pdf) (date of reference: 07.07.2022).

15. Konte A. F., Yanchukov I. N., Sermyagin A. A., Bychkunova N. G. Otsenka plemennoy tsennosti bykov populyatsii cherno-pestrogo skota Moskovskoy oblasti po tipu teloslozheniya ikh docherey [Evaluation of breeding value bulls-producers of population of black-and-white cattle of Moscow region by type of cow's daughters bodies] // *Proceedings of Nizhnevolskiy Agrouniversity Complex*. 2019. No. 3. Pp. 275–283. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-35. (In Russian.)

#### **Authors' information:**

Aleksandr F. Konte<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, scientific researcher of population genetics and animal breeding department, ORCID 0000-0003-4877-0883, AuthorID 849809; [alexandrconte@yandex.ru](mailto:alexandrconte@yandex.ru)

Anna A. Belous<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, scientific researcher of population genetics and animal breeding department, ORCID 0000-0001-7533-4281, AuthorID 936741; [abelous.vij@ya.ru](mailto:abelous.vij@ya.ru)

Petr I. Otradnov<sup>1</sup>, junior researcher of population genetics and animal breeding department, ORCID 0000-0002-1153-5815, AuthorID 1025312; [deriteronard@gmail.com](mailto:deriteronard@gmail.com)

<sup>1</sup>L. K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Russia