

**СЕЛЕКЦИОННЫЙ ИНДЕКС ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ КОРОВ
ПОПУЛЯЦИИ ЧЕРНО-ПЕСТРОГО СКОТА
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Е.Е. МЕЛЬНИКОВА¹, И.Н. ЯНЧУКОВ^{2,1}, А.Н. ЕРМИЛОВ²,
Н.А. ЗИНОВЬЕВА¹, О.Ю. ОСАДЧАЯ¹,
С.Н. ХАРИТОНОВ^{3,1}

(¹ ВИЖ им. Л.К. Эрнста; ² ОАО «Московское» по племенной работе; ³РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева)

Для популяции голштиinizированного черно-пестрого скота Подмоскoвьк проведены расчеты значений селекционных индексов племенной ценности коров по комплексу продуктивных признаков. Определены селекционно-генетические параметры исследуемой популяции молочного скота. Разработана структура уравнения оптимизированного селекционного индекса племенной ценности особей по молочной продуктивности, основанная на показателях двух продуктивных признаков. Проанализированы корреляционные взаимосвязи значений обоих селекционных индексов племенной ценности коров с их генетическими оценками по отдельным признакам, рассчитанным методом BLUP, а также с абсолютными фенотипическими показателями этих признаков за отдельные и ряд последовательных лактаций. Результаты исследований свидетельствуют о наличии высокой положительной взаимосвязи оценок коров по каждому индексу и генетическими оценками особей по признакам: «удой за 305 дней», «выход молочного жира», «выход молочного белка» ($r = +0,93 - +0,99$ для $PI(5)$ и $r = +0,93 - +0,99$ для $PI(2)$), в то время как оценки G по признакам «содержание жира» и «содержание белка в молоке» практически не коррелируют с совокупной ценностью коров. Комплексные оценки коров по двум вариантам селекционных индексов связаны умеренной по величине и положительной по направлению связью с фенотипическими показателями особей за отдельные лактации по трем признакам (удой, выход молочного жира и белка) (от $+0,43$ до $+0,62$), по содержанию жира и белка в молоке зависимости оказались слабо выраженными (как положительными, так и отрицательными, от $-0,17$ до $+0,14$). Анализ показателей повторяемости индексных оценок коров, полученный по результатам трех законченных лактаций и последующих, свидетельствует об их высокой стабильности и надежности. Уровень координации оценок коров по двум вариантам селекционных индексов доказывает правомерность использования любой из предложенных структур уравнений селекционного индекса для оценки племенной ценности маточного поголовья по молочной продуктивности.

Ключевые слова: оценка племенной ценности, генетическая оценка коров, метод BLUP, селекционный индекс, коэффициент наследуемости.

Практический опыт стран с развитым молочным скотоводством свидетельствует, что наибольшей интенсивности генетического прогресса в популяции можно добиться при ведении индексной селекции, когда при отборе особей принимается во внимание племенная ценность животного не по отдельному признаку, а по их совокупности [5, 14, 15]. Наиболее теоретически обоснованной, а следовательно, и наиболее объективной является методология построения селекционного индекса по комплексу признаков, предложенная L. Hazel (1943) и адаптированная С. Henderson (1963) [8, 9]. Согласно их разработкам определение комплексной ценности животных базируется на принципе максимизации корреляции между истинной генетической ценностью особи и ее оценкой по комплексу признаков. Названная методика предусматривает расчет весовых коэффициентов признаков, включенных в общее уравнение, с учетом их изменчивости в конкретной популяции, уровня наследуемости, характера и величин существующих между ними взаимосвязей, а также принимается во внимание экономическая значимость каждого из них. Определение генетических ценностей животных на основе селекционного индекса позволяет проранжировать имеющееся поголовье как мужских, так и женских особей по совокупности их характеристик и сделать процесс отбора особей в селекционные группы наиболее объективным [1, 2, 4, 6, 10, 16].

Целями исследований являлись разработка и адаптация системы комплексной оценки племенных качеств коров по совокупности признаков молочной продуктивности на основе селекционного индекса.

Методика исследования

Материалами исследований послужила информационная база данных молочного скота РИСЦ «Мосплеминформ» по состоянию на 01.01.2014. В исследовании использовали информацию о показателях признаков молочной продуктивности коров за 2008-2013 гг.: удой за 305 дней лактации, содержание жира и белка в молоке, выход молочного жира и белка. В ходе работы были оценены быки-производители по продуктивности потомства на основе принятого в Московской области уравнения BLUP [7] и коровы черно-пестрой голштинизированной популяции молочного скота пяти племенных заводов региона: ЗАО ПЗ «Барыбино», ЗАО ПЗ «Петровское», ЗАО ПЗ «Раменское», ЗАО СП «Аксиньино», ООО «Совхоз Архангельский». Генетические оценки коров по признакам вычислялись согласно методологии, разработанной С. Henderson и адаптированной В. Danell [9, 11]. Весь массив исходной информации был разделен на группы животных по числу законченных лактаций.

На основе оценок животных по пяти признакам были рассчитаны значения индексов совокупной племенной ценности коров исследуемой выборки по собственной продуктивности. Общее уравнение селекционного индекса имеет вид:

$$I_i = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5,$$

где I_i – селекционный индекс по пяти признакам;

X_1 - X_5 – значения показателей племенной ценности оцениваемых особей по удою, содержанию жира в молоке, количеству молочного жира, содержанию белка в молоке и количеству молочного белка соответственно;

β_i – весовые коэффициенты признаков [7].

Расчет весовых коэффициентов признаков выполнялся согласно методологии L. Hazel (1943) и С. Henderson [10, 12], на основе определения селекционно-

генетических параметров популяции и коэффициентов экономической значимости признаков, рассчитанных И.Н. Янчуковым [7] для популяции молочного скота Московской области.

Все значения селекционно-генетических параметров определялись общепринятыми методами статистического анализа [3, 8, 9, 13], используемыми в биологических исследованиях.

Результаты и их обсуждение

На предварительном этапе определения структуры уравнения селекционного индекса племенной ценности животных по признакам молочной продуктивности производился расчет селекционно-генетических параметров исследуемой популяции: варианты и ковариансы признаков, а также коэффициентов их наследуемости. Обнаруженные уровни как фенотипической, так и генетической вариабельности селекционных признаков «удой», «выход молочного жира» и «выход молочного белка» достаточно высоки (фенотипические: $\text{var}_{\text{удой}} = 1125727,28$; $\text{var}_{\text{мол.жир}} = 1984,898$; $\text{var}_{\text{мол.белок}} = 1192,214$; генетические: $\text{var}_{\text{удой}} = 236402,728$; $\text{var}_{\text{мол.жир}} = 351,961$; $\text{var}_{\text{мол.белок}} = 205,216$). Признаки «содержание жира в молоке» и «содержание белка в молоке» характеризуются относительно низкими показателями изменчивости (фенотипические: $\text{var}_{\%ж} = 0,079$; $\text{var}_{\%б} = 0,026$; генетические: $\text{var}_{\%ж} = 0,010$; $\text{var}_{\%б} = 0,005$). В популяции выявлены отрицательные значения фенотипических и генетических коварианс пар признаков: удой – содержанием жира и удой – содержанием белка в молоке.

Вместе с тем наблюдается ярко выраженная тесная положительная взаимосвязь фенотипических показателей удоя и количества молочного жира ($r = +0,90$), а также удоя и количества молочного белка ($r = +0,95$), корреляция генетических компонентов этих признаков также характеризуется высокими положительными значениями ($r = +0,94$ для названных пар признаков). При этом, наряду с уже выявленными отрицательными значениями фенотипических коварианс, обнаружена отрицательная взаимосвязь между генетическими показателями следующих пар признаков: «содержание жира в молоке – выход молочного жира» и «содержание белка в молоке – выход молочного белка», хотя ее уровень невелик ($r = -0,09$ и $-0,16$ соответственно). Полученные значения коэффициентов наследуемости (табл. 1) свидетельствуют о доминирующем влиянии на изменчивость исследуемых признаков паратипических эффектов.

Таблица 1

Коэффициенты наследуемости основных селекционных признаков молочной продуктивности в исследуемой популяции

Селекционный признак	Значение коэффициента наследуемости (h^2)
Удой за 305 дней лактации, кг	0,210
Содержание жира в молоке, %	0,129
Выход молочного жира, кг	0,177
Содержание белка в молоке, %	0,190
Выход молочного белка, кг	0,172

В соответствии с произведенными расчетами селекционных параметров было выведено следующее уравнение селекционного индекса племенной ценности животных:

$$I = 0,0544X_1 + 24,5888X_2 + 11,0802X_3 + 26,8927X_4 + 4,9572X_5,$$

где X_1-X_5 – значения показателей генетической ценности особей по удою, содержанию жира в молоке, количеству молочного жира, содержанию белка в молоке и количеству молочного белка соответственно.

Для коров исследуемой выборки определили значения селекционных индексов племенной ценности (далее – оценки $TI(5)$) по ряду законченных лактаций.

Для выявления степени надежности полученных значений индексных оценок в ходе исследований проанализированы их взаимосвязь с абсолютными фенотипическими показателями продуктивных признаков за отдельные лактации и их совокупность, а также с оценками племенной ценности (G) коров по отдельным признакам продуктивности.

Результаты расчета уровней взаимосвязи оценок $TI(5)$ животных с абсолютными фенотипическими значениями признаков за отдельные лактации (P_i) (табл. 2) свидетельствуют о наличии умеренной по величине и положительной по направлению взаимосвязи по трем из них (удой, выход молочного жира и белка) (от +0,43 до +0,62).

Таблица 2

Коэффициенты корреляции оценок $TI(5)$ коров с фенотипическими показателями (P_i ; ΣP_i) признаков

Фенотипические показатели в i -тую лактацию по признаку		Селекционный индекс по пяти признакам продуктивности по результатам i лактаций				
		$i = 1, TI(5)_1$	$i = 2, TI(5)_2$	$i = 3, TI(5)_3$	$i = 4, TI(5)_4$	$i = 5, TI(5)_5$
Удой, кг	P_{iy}	+0,55	+0,50	+0,43	+0,47	+0,50
	ΣP_{iy}	-	+0,60	+0,62	+0,68	+0,55
Содержание жира, %	$P_{i\%ж}$	+0,14	+0,07	+0,03	-0,02	+0,13
	$\Sigma P_{i\%ж}$	-	+0,10	+0,09	+0,01	+0,33
Выход молочного жира, кг	$P_{икж}$	+0,59	+0,54	+0,47	+0,48	+0,53
	$\Sigma P_{икж}$	-	+0,64	+0,67	+0,70	+0,69
Содержание белка, %	$P_{i\%б}$	-0,09	-0,17	-0,16	-0,11	-0,04
	$\Sigma P_{i\%б}$	-	-0,17	-0,20	-0,20	+0,17
Выход молочного белка, кг	$P_{икб}$	+0,53	+0,46	+0,62	+0,48	+0,50
	$\Sigma P_{икб}$	-	+0,57	+0,58	+0,66	+0,64

По признакам «содержание жира» и «содержание белка» в молоке зависимости оказались слабо выраженными (как положительными, так и отрицательными, от -0,17 до +0,14). Схожие тенденции выявлены при анализе коэффициентов корреляции оценок $TI(5)$ животных с суммарными показателями их фенотипа (ΣP_i). Однако уровень взаимосвязей оказался более высоким. При включении в расчеты информации о большем числе лактаций направление и уровень координации показателей практически не меняются.

Исследование взаимосвязи оценок $TI(5)$ и генетических оценок коров (G) по отдельным признакам (табл. 3) выявило, что наиболее высокий уровень корреляции (+0,93 - +0,99) отмечается для пар значений: оценки G по удою, выходу молочного жира и белка, с одной стороны, и индексные оценки – с другой.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции оценок ТІ (5) коров с их оценками G по признакам молочной продуктивности

Генетическая оценка коровы в i-тую лактацию (G_i) по признаку	Селекционный индекс по пяти признакам продуктивности по результатам i лактаций				
	i = 1, ТІ (5) ₁	i = 2, ТІ (5) ₂	i = 3, ТІ (5) ₃	i = 4, ТІ (5) ₄	i = 5, ТІ (5) ₅
Удой, кг (G_{iy})	+0,94	+0,94	+0,94	+0,93	+0,93
Содержание жира, % ($G_{i\%ж}$)	-0,06	-0,09	-0,09	-0,13	+0,14
Выход молочного жира, кг ($G_{икж}$)	+0,99	+0,99	+0,99	+0,98	+0,99
Содержание белка, % ($G_{i\%б}$)	-0,14	-0,18	-0,22	-0,25	-0,10
Выход молочного белка, кг ($G_{икб}$)	+0,93	+0,94	+0,94	+0,93	+0,94

Генетические оценки животных по содержанию жира и белка в молоке практически не коррелируют с комплексной племенной ценностью коров по индексу.

Обращает на себя внимание и тот факт, что уровень взаимосвязи исследуемых показателей (G и ТІ(5)) практически не меняется при включении информации по большему числу лактаций, что свидетельствует о высокой точности и стабильности обеих оценок, полученных уже по результатам первой и двух лактаций.

Сделанный вывод подтверждается анализом уровня повторяемости самих оценок ТІ (5) коров по различному числу лактаций (табл. 4).

Таблица 4

Значения коэффициентов повторяемости оценок ТІ (5) коров

Селекционный индекс, полученный в i-тую лактацию	Селекционный индекс, полученный в i-тую лактацию				
	i = 1, ТІ (5) ₁	i = 2, ТІ (5) ₂	i = 3, ТІ (5) ₃	i = 4, ТІ (5) ₄	i = 5, ТІ (5) ₅
ТІ (5) ₁	+1,0	+0,87	+0,80	+0,68	+0,66
ТІ (5) ₂	-	+1,0	+0,92	+0,79	+0,82
ТІ (5) ₃	-	-	+1,0	+0,92	+0,92
ТІ (5) ₄	-	-	-	+1,0	+0,97
ТІ (5) ₅	-	-	-	-	+1,0

Наиболее высокие показатели коэффициентов корреляции обнаружены за смежные лактации (r = от +0,87 до +0,97). Однако при включении данных по большему числу лактаций значения коэффициентов корреляции несколько снижаются (от +0,87 для оценок по результатам первой и двух лактаций до +0,66 – по первой и пяти лактациям). Следует отметить, что уровень взаимосвязи оценок ТІ (5) коров, полученный по результатам трех законченных лактаций и последующих, не принимает значений ниже +0,92, что свидетельствует о высокой стабильности и надежности названных показателей. Кроме того, оценка ТІ (5) позволяет по результатам уже двух законченных лактаций с достаточно высокой достоверностью (80%) отбирать лучших животных в

селекционные группы. По результатам трех законченных лактаций порог достоверности увеличивается до 92%.

Передовая практика применения индексной селекции в ряде стран с развитым молочным скотоводством показывает, что среди признаков, включенных в индексы племенной ценности животных по молочной продуктивности, практически нигде не используются такие показатели как «содержание жира в молоке, %» и «содержание белка в молоке, %» [1, 3, 4, 6]. Дело в том, что эти признаки отрицательно коррелируют с остальными основными показателями: удой, выход молочного жира и белка. Этот факт подтверждается приведенными ранее значениями коварианс названных признаков в исследуемой популяции. Кроме того, показатели количества молочной жира и молочного белка уже сами по себе характеризуют животное и по количеству, и по качеству производимого молока, поскольку являются расчетными на базе значений как удою, так и содержания жира и белка в молоке коров.

Такие страны, как Канада, США, Франция и Германия не только не включают показатели содержания жира и белка в молоке в индексы молочной продуктивности, но и отказались от включения показателя «удой». Скандинавские страны и Голландия используют в селекционном индексе показатель удою, однако с отрицательным весовым коэффициентом, тогда как выходу молочного жира и белка они уделяют первостепенное значение в общей структуре комплексной оценки животных по молочной продуктивности [2, 3, 4, 13, 17].

Исходя из этого, в наших исследованиях была определена структура уравнения редуцированного селекционного индекса племенной ценности коров по молочной продуктивности, основанная только на двух признаках: выход молочного жира и выход молочного белка.

Расчет весовых коэффициентов в уравнениях субиндексов по названным показателям производили на основе приведенных выше селекционно-генетических параметров популяции, а для их объединения в общий редуцированный селекционный индекс использовали те же весовые коэффициенты экономической значимости (4 – для количества молочного жира, 6 – для количества молочного белка), что и при расчете общего селекционного индекса по пяти показателям [3]. В результате было построено уравнение редуцированного селекционного индекса племенной ценности коров по молочной продуктивности (П (2)):

$$П (2) = 0,8796 X_1 + 1,0043 X_2,$$

где X_1 и X_2 – значения генетических оценок коров по показателям «количество молочного жира» и «количество молочного белка» соответственно.

На основе представленного уравнения были рассчитаны индексные оценки П (2) для каждого животного в исследованиях. В результате, исследуемое поголовье коров было оценено по двум вариантам селекционных индексов молочной продуктивности (П (5) и П (2)) по результатам каждой законченной лактации.

Выявленные ранее закономерности изменения степени связанности оценок животных по отдельным признакам с комплексной оценкой коров по селекционному индексу П (5) полностью подтверждаются анализом значений коэффициентов корреляции указанных оценок с результатами аттестации коров по редуцированному селекционному индексу (табл. 5, 6).

Расчеты показали, что взаимосвязь оценок П (2) коров с абсолютными фенотипическими значениями удою, выхода молочного жира и белка за отдельные лактации (P) умеренная и положительная ($r =$ от +0,40 до +0,58), с суммарными

показателями фенотипа (ΣP_i) – положительная и чуть более высокая ($r =$ от +0,56 до + 0,68). Фенотипические показатели признаков «содержание жира» и «содержание белка» в молоке практически не связаны с индексными оценками коров ТI (2).

Однако уровень взаимосвязи оценок ТI(2) и генетических оценок особей (G) по признакам удой, выход молочного жира и белка (см. табл. 6), очень высок ($r =$ от +0,94 - +0,98), в то время как аналогичные показатели по признакам содержание жира и белка в молоке близки к нулю ($r =$ от -0,20 до +0,07).

Таблица 5

Коэффициенты корреляции оценок ТI(5) коров с их фенотипическими показателями по соответствующим признакам

Фенотипические показатели в i-тую лактацию по признаку		Индексные оценки ТI(2) по результатам i лактаций				
		i = 1, ТI (2) ₁	i = 2, ТI (2) ₂	i = 3, ТI (2) ₃	i = 4, ТI (2) ₄	i = 5, ТI (2) ₅
Удой, кг	P_{iy}	+0,56	+0,50	+0,43	+0,47	+0,50
	ΣP_{iy}	-	+0,60	+0,62	+0,68	+0,56
Содержание жира, %	$P_{i\%ж}$	+0,11	+0,05	+0,01	-0,06	+0,11
	$\Sigma P_{i\%ж}$	-	+0,07	+0,06	-0,03	+0,31
Выход молочного жира, кг	$P_{икж}$	+0,58	+0,52	+0,46	+0,46	+0,52
	$\Sigma P_{икж}$	-	+0,62	+0,65	+0,68	+0,68
Содержание белка, %	$P_{i\%б}$	-0,07	-0,15	-0,15	-0,09	-0,02
	$\Sigma P_{i\%б}$	-	-0,15	-0,17	-0,18	+0,20
Выход молочного белка, кг	$P_{икб}$	+0,54	+0,46	+0,40	+0,45	+0,51
	$\Sigma P_{икб}$	-	+0,57	+0,59	+0,66	+0,65

Таблица 6

Коэффициенты корреляции индексных оценок ТI(2) коров с их оценками G по отдельным признакам

Генетическая оценка коровы в i-тую лактацию (G_i) по признаку	Селекционный индекс по двум признакам продуктивности по результатам i лактаций				
	i = 1, ТI (2) ₁	i = 2, ТI (2) ₂	i = 3, ТI (2) ₃	i = 4, ТI (2) ₄	i = 5, ТI (2) ₅
Удой, кг (G_{iy})	+0,95	+0,94	+0,95	+0,94	+0,94
Содержание жира, % ($G_{i\%ж}$)	-0,11	-0,14	-0,14	-0,19	+0,07
Выход молочного жира, кг ($G_{икж}$)	+0,97	+0,97	+0,97	+0,96	+0,98
Содержание белка, % ($G_{i\%б}$)	-0,10	-0,14	-0,18	-0,20	-0,14
Выход молочного белка, кг ($G_{икб}$)	+0,96	+0,97	+0,97	+0,96	+0,97

Анализ данных, полученных при определении стабильности (повторяемости) рассчитанных значений оценок по индексу ТI(2) (табл. 7), подтверждает правомерность

использования оптимизированного селекционного индекса для оценки племенной ценности коров по комплексу продуктивных признаков.

Таблица 7

Коэффициенты повторяемости индексных оценок ТІ (2) коров

Селекционный индекс, полученный в i-тую лактацию	Селекционный индекс, полученный в i-тую лактацию				
	i = 1, ТІ (2) ₁	i = 2, ТІ (2) ₂	i = 3, ТІ (2) ₃	i = 4, ТІ (2) ₄	i = 5, ТІ (2) ₅
1 ТІ (2)	+1,0	+0,88	+0,80	+0,68	+0,66
2 ТІ (2)	-	+1,0	+0,92	+0,79	+0,80
3 ТІ (2)	-	-	+1,0	+0,93	+0,91
4 ТІ (2)	-	-	-	+1,0	+0,96
5 ТІ (2)	-	-	-	-	+1,0

Высокий уровень взаимосвязи оценок коров по двум индексам (табл. 8) также служит доказательством объективности аттестации животных по признакам молочной продуктивности, проведенной любым из предложенных способов (индекс по пяти показателям или индекс по двум показателям).

Таблица 8

Коэффициенты корреляции оценок коров по двум индексам

Селекционный индекс, полученный в i-тую лактацию	Селекционный индекс, полученный в i-тую лактацию				
	i = 1, ТІ (5) ₁	i = 2, ТІ (5) ₂	i = 3, ТІ (5) ₃	i = 4, ТІ (5) ₄	i = 5, ТІ (5) ₅
1ТІ (2)	+0,99	+0,87	+0,79	+0,66	+0,66
2ТІ (2)	+0,87	+0,99	+0,91	+0,78	+0,80
3ТІ (2)	+0,99	+0,99	+0,99	+0,92	+0,92
4ТІ (2)	+0,67	+0,79	+0,92	+0,99	+0,96
5ТІ (2)	+0,65	+0,81	+0,91	+0,96	+0,99

Анализ результатов оценки комплексной ценности коров по признакам молочной продуктивности на основе селекционных индексов ТІ 5 и ТІ 2 за корреспондирующие лактации выявил максимальные значения уровней взаимосвязи между исследуемыми индексами ($r = +0,99$).

Заключение

Полученные данные доказывают, что племенная ценность коров по молочной продуктивности лишь отчасти определяется фенотипическим проявлением трех признаков (удой, выход молочного жира и белка), которые не могут служить достаточно объективным критерием для отбора особей в селекционные группы. В гораздо большей степени комплексная оценка животных обусловлена их генетическими характеристиками по этим признакам. Фенотипические и генетические ценности коров по содержанию жира и белка в молоке практически не оказывают влияния на комплексную оценку племенной ценности животных.

Достаточный уровень стабильности комплексных оценок коров на основе селекционного индекса племенной ценности по молочной продуктивности достигается по результатам двух-трех законченных лактаций. В связи с этим оценка молочных

коров по селекционному индексу по итогам трех лактаций может считаться наиболее объективным и достаточно надежным критерием для их отбора в селекционные группы, в первую очередь в группу матерей быков.

Наряду с этим полученные результаты свидетельствуют, что оценки коров, определенные на основе оптимизированного индекса, включающего в себя два показателя (выход молочного жира и белка) из пяти, не уступают по точности и достоверности оценкам, рассчитанным по полному селекционному индексу. Следовательно, оценки ТІ (2) коров могут быть использованы для их аттестации по комплексу продуктивных признаков вместо оценок ТІ (5), что значительно облегчает процедуру расчета.

Вышеизложенное позволяет предложить расчет оценок племенной ценности коров по комплексу признаков молочной продуктивности, используя уравнение селекционного индекса, включающее в себя два показателя (выход молочного жира и выход молочного белка). Уровень достоверности оценок особей по редуцированному индексу позволяет с высокой степенью надежности отбирать лучших животных по комплексу продуктивных качеств в группу матерей быков по результатам трех законченных лактаций.

Библиографический список

1. *Кузнецов В.М.* Стратегия развития генетической оценки животных в XXI веке // Здоровье – питание – биологические ресурсы: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Н.В. Рудницкого. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2002. Т. 2. С. 299-310.
2. *Кузнецов В.М.* Разведение по линиям и голштинизация: методы оценки, состояние и перспективы // Проблемы биологии продуктивных животных. 2013. 41 с.
3. *Плохинский Н.А.* Биометрия. Москва, 1960. 368. С.
4. *Племяшов К.В.* Использование метода BLUP Animal Model в определении племенной ценности голштинизированного скота Ленинградской области / К.В. Племяшов, В.В., Лабинов, Н.Р. Рахматулина, Е.И. Сакса, Смарагдов М.Г., Кудиннов А.А., Петрова А.В. // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 1. С. 2-5.
5. *Сермягин, А.А.* Современные технологии генетического совершенствования молочного крупного рогатого скота / А.А. Сермягин, Е.А. Гладырь, О.С. Романенкова, Н.А. Зиновьева // Племенная работа в животноводстве Московской области и г. Москвы (2015). М.: ОАО «Московское» по племенной работе», 2016. 84 с.
6. *Харитонов С.Н.* Современные проблемы оценки племенных качеств быков-производителей / С.Н. Харитонов, И.Н. Янчуков, А.Н. Ермилов, А.А. Ермилов // Генетические ресурсы ОАО «Московское» по племенной работе» / Под ред. Тихоновой Т.Н. и др. М.: ОАО «Московское» по племенной работе», 2015. С. 14-17.
7. *Янчуков И.Н.* Научно-практические основы системы племенной работы с молочным скотом на региональном уровне управления: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.07. – М.: РГАЗУ, 2011. 345 с.
8. *Bourdon R.M.* Understanding animal breeding. 2011. P. 483.
9. *Danell B.* Programming strategy to construct and solve mixed model equations / B. Danell at. al. Uppsala. 1989. 133 p.
10. *Hazel L.N.* The efficiency of three methods of selection / N. Hazel, Jay L. Lush // J. Heredity 33(11) of the Iowa Agricultural Experiment Station, Ames, Iowa. 1943.

11. *Henderson C.R.* Selection Index and Expected Genetic Advance // *Statistical Genetics and Plan Breeding*. NAS-NRC 982. 1963. P. 141-163.
12. *Henderson C.R.* Statistical methods in Animal Improvement: Historical overview. // *Advances in statistical methods for Genetic Improvement of Livestock*. Springer-Verlag, 1989. P. 1-14.
13. *Powell R.L.* Equity of Elite Cow Status Across States / R.L. Powell, G.R. Wiggans, H.D. Norman // *J Dairy Sci.* – 1998. – 81. P. 2518-2523.
14. *Van Raden P.* Efficient methods to compute genomic predictions // *J. Dairy Sci.* 2008. 91:4414-4423.
15. *Van Raden P.* Invited review: Reliability of genomic predictions for North American Holstein bulls / P. Van Raden, C. Van Tassell, G. Wiggans, T. Sonstegard, R. Schnabel, J. Taylor, F. Schenkel // *J Dairy Sci.* 2009. -92:16-24.
16. *Van Vleck L.D., Henderson C.R.* Empirical sampling estimates of genetical correlations // *Biometrics*. 1961. № 17. P. 359.
17. *Weaver R.L.* (Bob) Introduction to Indexes / Robert L. (Bob) Weaver // *J. Anim. Sci.* 65. 2010. P. 211-224.

SELECTION INDEX FOR COW BREEDING VALUE IN BLACK AND WHITE POPULATION OF DAIRY CATTLE IN MOSCOW REGION

E. E. MELNIKOVA¹, I. N. YANCHUKOV^{2,1}, A. N. ERMILOV²,
N. A. ZINOVIEVA¹, O. Yu. OSADCHAYA¹, S. N. KHARITONOV^{3,1}

(¹L.K. Ernst All-Russian Research Institute of Livestock Breeding;
²«Moskovskoye» farm enterprise; ³Timiryazev Russian State Agrarian University)

The paper considers the calculation of milk productivity selection index for Holstein black and white dairy cattle population bred in the Moscow Region. The authors have estimated selection and genetic pa-rameters for the considered dairy cattle population. Basing on the estimation results, they have calculated the equation structure of the optimized selection index for dairy cattle breeding value assessment including the indicators of two productive values. They have also analyzed the correlations between both selection in-dices of the cattle breeding value and their genetic evaluation using different values produced with the BLUP method as well as absolute phenotypic indicators of these values for separate lactations and a number of consecutive ones.

The study results indicate the fact of a highly positive correlation between cows' values for each index and genetic assessments of separate cows on the basis of the following indicators: «milk yield for 305 days», «milk fat yield», «milk protein yield» ($r = +0.93 - 0.99$ for TI (5) and $r = +0.93 - + 0.99$ for TI (2)), while G values for «fat content» and «protein content in milk» do not practically correlate with the cows' total value.

Complex evaluations of cows in two variants of breeding indices correlate with a moderate in magnitude and positive in direction connection with the phenotypic indices of individual cows for individual lactation according to three characteristics (milk yield, milk fat and protein yield) (from +0.43 to +0.62). As to the content of fat and protein in milk, there has

been found weakly expressed correlations (both positive and negative, -0.17 to +0.14). The analysis of the repeatability indices of the cows' index estimates obtained from the results of three completed lactations and subsequent ones indicates their high stability and reliability. The level of coordination of cows' evaluations with two variants of breeding indices proves the efficiency of using any of the proposed structures of the breeding index equations for estimating the breeding value of the stock for dairy productivity.

Key words: breeding value assessment, cows' genetic evaluation, BLUP method, selection index, heritability coefficient.

References

1. Kuznetsov V.M. Strategiya razvitiya geneticheskoy otsenki zhivotnykh v XXI veke [Strategy of the development of livestock genetic assessment in the XXI century] // Zdorov'ye – pitaniye – biologicheskiye resursy: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 125-letiyu so dnya rozhdeniya N.V. Rudnitskogo. Kirov: NIISKH Severo-Vostoka, 2002. Vol. 2. Pp. 299-310.
2. Kuznetsov V.M. Razvedeniye po liniyam i golshinizatsiya: metody otsenki, sostoyaniye i perspektivy [Breeding by lines and Holstein breed introduction: assessment methods, condition and prospects] // Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh. 2013. 41 p.
3. Plokhinskiy N.A. Biometriya [Biometrics]. M., 1960. 368 p.
4. Plemnyashov K.V. Ispol'zovaniye metoda BLUP Animal Model v opredelenii plemennoy tsennosti golshinizirovannogo skota Leningradskoy oblasti [The use of the BLUP Animal Model method in determining the breeding value of Holsteinized livestock in the Leningrad Region] / K.V. Plemnyashov, V.V. Labinov, N.R. Rakhmatulina, Ye.I. Saksa, M.G. Smaragdov, A.A. Kudinov, A.V. Petrova // Molochnoye i myasnoye skotovodstvo. 2016. Issue 1. Pp. 2-5.
5. Sermyagin A.A. Sovremennyye tekhnologii geneticheskogo sovershenstvovaniya molochnogo krupnogo rogatogo skota [Modern technologies of dairy cattle genetic improvement] / A.A. Sermyagin, Ye.A. Gladyr', O.S. Romanenkova, N.A. Zinov'yeva // Plemennaya rabota v zhivotnovodstve Moskovskoy oblasti i g. Moskvy (2015). M.: OAO «Moskovskoye» po plemennoy rabote», 2016. 84 p.
6. Kharitonov S.N. Sovremennyye problemy otsenki plemennykh kachestv bykov-proizvoditeley [Modern problems of assessing the breeding qualities of bulls-producers] / S.N. Kharitonov, I.N. Yanchukov, A.N. Yermilov, A.A. Yermilov // Geneticheskiye resursy OAO «Moskovskoye» po plemennoy rabote»/ pod red. Tikhonovoy T.N. i dr. M. OAO «Moskovskoye» po plemennoy rabote, 2015. Pp. 14-17.
7. Yanchukov I.N. Nauchno-prakticheskiye osnovy sistemy plemennoy raboty s molochnym skotom na regional'nom urovne upravleniya: dis. ... dok. s.-kh. nauk: 06.02.07 [Scientific and practical foundations of the dairy cattle breeding system at the regional operating level] / Ivan Nikolayevich Yanchukov. M.: RGAZU, 2011. 345 p.
8. Bourdon R.M. Understanding animal breeding. 2011. P. 483.
9. Danell B. Programming strategy to construct and solve mixed model equations / B. Danell at al. Uppsala. 1989. 133 p.
10. Hazel L.N. The effectiveness of three methods of selection / N. Hazel, Jay L. Lush // J. Heredity 33 (11) of the Iowa Agricultural Experiment Station, Ames, Iowa. 1943.
11. Henderson C.R. Selection Index and Expected Genetic Advance // Statistical Genetics and Plan Breeding. NAS-NRC 982. 1963. Pp. 141-163.
12. Henderson C.R. Statistical methods in Animal Improvement: Historical overview // Advances in statistical methods for Genetic Improvement of Livestock. Springer-Verlag, 1989. Pp.1-14.

13. *Powell R.L. Equity of Elite Cow Status Across States / R.L. Powell, G.R. Wiggans, H.D. Norman // J Dairy Sci. 1998. 81: Pp. 2518-2523.*

14. *Van Raden P. Efficient methods to compute genomic predictions // J. Dairy Sci. 2008. 91: Pp. 4414-4423.*

15. *Van Raden P. Invited review: Reliability of genomic predictions for North American Holstein bulls / P. Van Rader, C. Van Tassell, G. Wiggans, T. Sonstegard, R. Schnabel, J. Taylor, F. Schenkel // J Dairy Sci. 2009. 92: Pp. 16-24.*

16. *Van Vleck L.D., Henderson C.R. Empirical sampling estimates of genetical correlations // Biometrics. Issue 1961. Issue 17. P. 359.*

17. *Weaber R.L. (Bob) Introduction to Indexes / Robert L. (Bob) Weaber // J. Anim. Sci. 2010. 65: Pp. 211-224.*

Мельникова Екатерина Евгеньевна – соиск. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста (142132, Московская обл., Подольский р-н, пос. Дубровицы; тел. (496) 514-70-26; e-mail: mos-bulls@mail.ru).

Янчуков Иван Николаевич – д-р с.-х. наук, гл. науч. сотр. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста», ген. директор ОАО «Московское» по племенной работе (142403, Московская обл., г. Ногинск, ст. Захарово; тел. (496) 514-35-80; e-mail: mos-bulls@mail.ru).

Ермилов Александр Николаевич – д-р. с.-х. наук, зам. ген. директора. ОАО «Московское» по племенной работе (142132, Московская обл., Подольский р-н, пос. Дубровицы; тел. (496) 514-70-26; e-mail: mos-bulls@mail.ru).

Зиновьева Наталия Анатольевна – д-р биол. наук, проф., акад. РАН, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста» (142132, Московская обл., Подольский р-н, пос. Дубровицы; тел. (496) 765-11-63; e-mail: n_zinovieva@mail.ru).

Осадчая Ольга Юрьевна – канд. с.-х. наук, уч. секретарь ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста» (142132, Московская обл., Подольский р-н, пос. Дубровицы; тел. (496) 65-11-44; e-mail: olgaosd@yandex.ru).

Харитонов Сергей Николаевич – д-р с.-х. наук, проф. кафедры кормления и разведения животных РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; гл. науч. сотр. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста» (127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел. (499) 976-34-34; e-mail: haritonov@timacad.ru).

Ekaterina E. Melnikova – PhD student, All-Russian Research Institute of Livestock Breeding named after Academician L.K. Ernst (142132, the Moscow region, the Podolsk district, Dubrovitsy village, phone (496) 514-70-26; e-mail: Mos-bulls@mail.ru).

Ivan N. Yanchukov – DSc of Agricultural Sciences, chief researcher, All-Russian Research Institute of Livestock Breeding named after Academician L.K. Ernst; General Manager on Breeding, «Moskovskoye» farm enterprise (142403, Moscow region, Noginsk, Zaharovo station; phone (496) 514-35-80; e-mail: Mos-bulls@mail.ru).

Aleksandr N. Yermilov – DSc of Agricultural Sciences, First Deputy to General Manager, «Moskovskoye» farm enterprise (142132, the Moscow region, the Podolsk district, Dubrovitsy village, phone (496) 514-70-26; e-mail: Mos-bulls@mail.ru).

Natalia A. Zinovieva – DSc of Biological Sciences, professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of All-Russian Research Institute of Livestock Breeding named after Academician L.K. Ernst (142132, the Moscow region, the Podolsk district, Dubrovitsy village, phone (496) 765-11-63; e-mail: N_zinovieva@mail.ru).

Olga Yu. Osadchaya – PhD in Agricultural Sciences, Scientific Secretary, All-Russian Research Institute of Livestock Breeding named after Academician L.K. Ernst (142132, the Moscow region, the Podolsk district, Dubrovitsy village, phone (4967) 65-11-44; e-mail: Olgaosd@yandex.ru).

Sergey N. Kharitonov – DSc of Agricultural Sciences, professor, Department of Animal Feeding and Breeding, Russian Timiryazev State Agrarian University; chief researcher, All-Russian Research Institute of Livestock Breeding named after Academician L.K. Ernst (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49, phone (499) 976-34-34; e-mail: Haritonov@timacad.ru).