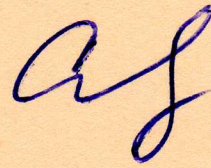


На правах рукописи



СЕМЕНОВА Наталия Валентиновна

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОДУКТИВНЫХ
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ГОЛШТИНИЗИРОВАННОГО
МОЛОЧНОГО СКОТА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ
ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА**

06.02.07 - Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

П. Лесные Поляны, Московская область
2017 г.

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»

Научный руководитель: Кузнецов Василий Михайлович,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Официальные оппоненты: Шульга Леонид Петрович доктор
сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный аграрный университет»,
кафедра генетики, разведения и
биотехнологии животных, профессор
кафедры.
Муравьева Надежда Алексеевна
кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБОУ ВО «Ярославская ГСХА»,
кафедра зоотехнии, доцент кафедры.

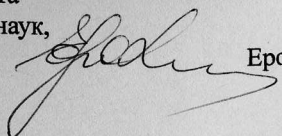
Ведущая организация: ФГБНУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт
животноводства имени Л.К. Эрнста»

Защита диссертации состоится 22 сентября 2017 г. в 11-00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.017.01 на базе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» по адресу: 141212, Московская область, п. Лесные Поляны, ФГБНУ ВНИИплем. Факс: 8 (495) 515-95-57.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБНУ «ВНИИплем» www.vniiplem.ru.

Автореферат разослан 10 июля 2017 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор биологических наук,
профессор


Ерохин Анатолий Сергеевич

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Разведение молочного скота должно быть прибыльным, поэтому вместе с продуктивными признаками необходимо, по возможности, учитывать и другие экономически важные признаки, именно: технологические, репродуктивные, экстерьерные, признаки жизнеспособности и здоровья животных. К технологическим признакам относится интенсивность молокоотдачи, которая влияет на время доения, снижая затраты труда на процесс доения. Было показано, что включение интенсивности молокоотдачи в селекционный процесс может дать экономический эффект (Groen A.F., 1996).

Для прогноза возможностей селекции по продуктивным и технологическим признакам необходимы оценки коэффициентов наследуемости и генетических корреляций. За рубежом их рассчитывают с помощью многофакторных статистических моделей (Zwald N.R. et al., 2005; Wiggans G.R. et al., 2006; Samore A.B. et al., 2010). В ряде стран признаки молокоотдачи включают в различные индексы здоровья вымени (Bowman P.J. et al., 1996; Santus E., Bagnato A., 1998; Boettcher P.J., 1998; Rupp R., Boichard D., 1999; Berry D.P. et al., 2004; Rensing S., Ruten W., 2005; Brade E., Brade W., 2009).

Для улучшения свойств вымени и молокоотдачи коров отечественных пород использовались быки зарубежной селекции – голландской, красной датской, айрширской, голштинской (Бич А.И. и др., 1982; Дмитриев В.И., 1986; Прудов А.И., 1987; Логинов Ж.Г. и др., 1989; Дунин И.М. и др., 1997; Вельматов А.П. и др., 2010). Коэффициенты наследуемости, как правило, рассчитываются по однофакторным статистическим моделям. Оценки генетических корреляций интенсивности молокоотдачи с продуктивными признаками в отечественных публикациях отсутствуют.

Современные программы селекции базируются на использовании многофакторных статистических моделей, которые позволяют исключить влияние паратипических факторов и получить несмещенные оценки генетических параметров (Шульга Л.П., 1983; Кузнецов В.М., 1996, 2002; Муравьева Н.А., 2010; Сермягин А.А. и др., 2015). Последние необходимы как для теоретических разработок, так и для практической селекции. В частности, для оценки племенной ценности животных, конструирования селекционных индексов по комплексу признаков, моделирования и оптимизации селекционных программ. В исследованиях по имитационному моделированию были изучены различные соотношения интенсивности отбора групп племенных животных по удою, количеству молочного жира, живой массе и жизнеспособности (Басовский Н.З., 1983; Кузнецов В.М., 1976, 1997, 2008). Однако признаки молокоотдачи не учитывались. В связи с этим возникает необходимость в проведении исследований для получения объективных оценок генетических параметров продуктивных и технологических признаков и использования их при моделировании селекционного процесса.

Цель и задачи. Основной целью исследований была оценка коэффициентов наследуемости и генетических корреляций технологических и продуктивных признаков с последующим использованием их для гармонизации селекционного процесса.

Задачи исследования сводились к следующему:

1. Создать базу данных по первотелкам племенных хозяйств Кировской области, провести многофакторный дисперсионный анализ и оценить влияние различных факторов на изменчивость удоя, количества и содержания жира в молоке, суточного удоя, времени доения и интенсивности молокоотдачи.
2. Оценить коэффициенты наследуемости и генетические корреляции изучаемых признаков.
3. Исследовать возможность селекции матерей и отцов коров с учетом интенсивности молокоотдачи.
4. Изучить эффективность разных вариантов селекции быков с включением суточного удоя, количества молочного жира и интенсивности молокоотдачи.

Научная новизна. Проведенные исследования позволили:

- оценить вклад паратипических и генетических факторов в фенотипическую (ко)вариацию продуктивных и технологических признаков голштинизированных коров Кировской области и получить оценки коэффициентов наследуемости и генетических корреляций;
- выявить целесообразность селекции молочного скота по количеству молочного жира;
- установить, что эффективная селекция по интенсивности молокоотдачи возможна только при оценке и отборе быков-производителей по качеству потомства;
- провести компьютерное моделирование разных вариантов селекции быков, включая поэтапную селекцию по суточному удою, количеству молочного жира и интенсивности молокоотдачи.

Практическая значимость. Проведенные исследования позволили получить объективные оценки коэффициентов наследуемости и генетических корреляций технологических и продуктивных признаков, которые могут использоваться в практической селекции для оценки племенной ценности коров и быков, конструирования селекционных индексов по комплексу признаков. На основании модельных расчетов предложен вариант поэтапного отбора быков, именно: I этап – предварительный отбор по суточному удою (выбраковка худших быков 10%), II этап – по количеству молочного жира (60%) и III этап – по интенсивности молокоотдачи (10%), позволяющий дополнительно повысить общий ожидаемый эффект селекции на 5-13%.

Основные положения, выносимые на защиту:

- декомпозиция фенотипической (ко)изменчивости продуктивных (удой, содержание и количество молочного жира) и технологических (суточный удой, время доения, интенсивность молокоотдачи) признаков;
- оценки коэффициентов наследуемости и генетических корреляций;
- варианты поэтапной селекции быков.

Апробация работы. Основные материалы диссертации были доложены на заседаниях Ученого совета ГНУ Зонального НИИСХ Северо-Востока (2009-2012), на конференции «Состояние и перспективы развития научного обеспечения сельскохозяйственного производства на Севере» (Сыктывкар, 2007), на научно-практической конференции «Основы повышения эффективности сельскохозяйственного производства Евро-Северо-Востока России» (Кострома, 2008), на конференции «Наука в развитии АПК северных территорий» (Архангельск, 2008), на международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Г.Г. Петского «Современные научные тенденции в животноводстве» (Киров, 2009), на V съезде Вавиловского общества генетиков и селекционеров (Москва, 2009), на научной сессии «Научное обеспечение повышения эффективности отрасли животноводства в условиях Евро-Северо-Востока России» (Кострома, 2009), на всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей «Науке нового века - знания молодых» (Киров, 2010), на конференции «Проблемы и пути развития сельскохозяйственной науки Севера XXI века» (Сыктывкар, 2011), на международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей «Науке нового века - знания молодых» (Киров, 2012), на 1-й молодежной конференции «Молодые ученые - аграрной науке Евро-Северо-Востока» (Киров, 2013), на научно-практической конференции с международным участием «Зоотехническая наука в условиях современных вызовов», посвященной 85-летию со дня рождения академика Льва Константиновича Эрнста (Киров, 2015), на научно-практической конференции «Научные основы современных агротехнологий в сельскохозяйственном производстве» (Саранск, 2015).

Публикация результатов исследования. По материалам диссертации опубликовано 16 работ, 4 работы в рецензируемых научных журналах.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материала и методики исследования, результатов собственных исследований, обсуждения результатов исследований, выводов, практических предложений. Список литературы включает 173 источника, в том числе 53 зарубежных авторов. Работа изложена на 113 страницах компьютерного текста, содержит 45 таблиц, 4 рисунка, 3 приложения.

2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Материал исследования

Исследования проводились в течение 10 лет (с 2006 по 2016 гг.) в лаборатории популяционной генетики в животноводстве ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока». Материалом исследования послужили данные информационной системы СЕЛЭКС по 27229 голштинизированным первотелкам, дочерям 329 быков, отелившихся за шестилетний период в 40 племенных хозяйств Кировской области. Ниже представлены средние показатели по выборке (μ), стандартные отклонения (σ) и коэффициенты изменчивости (CV, %) анализируемых признаков.

Признаки	μ	σ	CV, %
Продуктивные:			
- удой, кг	4587	1091	23,8
- жир, %	3,8	0,3	6,7
- жир, кг	173	43	24,8
Технологические:			
- суточный удой, кг	18,1	4,3	24,0
- продолжительность доения, мин	10,7	2,4	24,1
- интенсивность молокоотдачи, кг/мин	1,7	0,4	23,0

2.2 Методика исследования

Общая схема исследований представлена на рисунке.

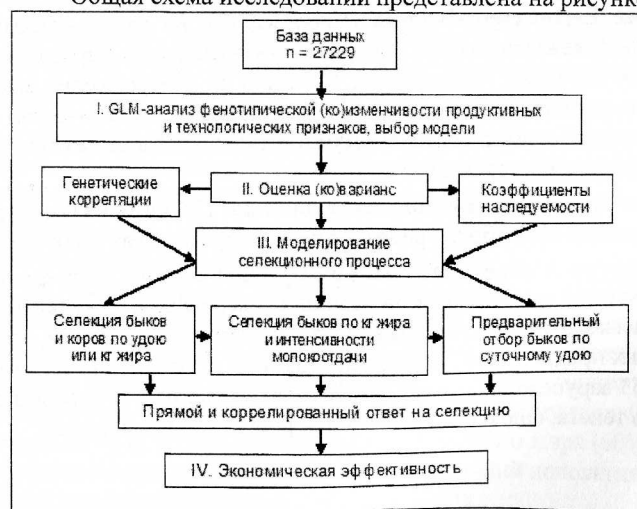


Рис. Схема проведения исследований

Первый этап включал декомпозицию фенотипической (ко)изменчивости продуктивных и технологических признаков. На втором этапе была проведена оценка наследуемости, фенотипических, паратиписических и генетических корреляций изучаемых признаков. На третьем этапе моделировали варианты отбора коров и быков по селекционируемым признакам. На четвертом этапе оценили экономическую эффективность предлагаемого варианта.

Статистическую обработку данных проводили с помощью процедуры обобщенных линейных моделей (General Linear Models, GLM). Для оценки компонентов фенотипической изменчивости признаков был использован мультифакторный анализ. Базовая биометрическая модель фиксированного типа имела вид:

$$y = \mu + N + Y + M + A + W + GCOW + e, \quad \text{модель 1}$$

где y – признак у первотелки; μ – общее среднее; N – эффект стада; Y и M – эффекты года и месяца отела; A – эффект возраста при первом отеле; W – эффект живой массы при отеле; $GCOW$ – эффект генетической группы (% голштинских генов); e – рандомизированное влияние неучтенных факторов.

Для оценки генетических параметров использовали модель смешанного типа:

$$y = SI + HYS + A + W + GCOW + e, \quad \text{модель 2}$$

где y – признак у первотелки; SI – эффект аддитивной генетической ценности отца; HYS – комплексный фактор «стадо-год-сезон отела»; A – эффект возраста при первом отеле; W – эффект живой массы при отеле; $GCOW$ – эффект генетической группы (% голштинских генов); e – эффект неучтенных факторов. Эффекты SI и e – рандомизированные, остальные – фиксированные.

Коэффициенты наследуемости (h^2) рассчитывали методом учетверенной внутриклассовой корреляции:

$$h^2 = \frac{4\sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \sigma_e^2},$$

где σ_s^2 – варианса «между отцами»; σ_e^2 – варианса неучтенных факторов (остаточная).

Ошибку оценки h^2 (s_{h^2}) вычисляли по формуле:

$$s_{h^2} \approx \sqrt{(32 \times h^2) / (n_s k)},$$

где n_s – число быков; k – средневзвешенное число дочерей на быка.

Коэффициенты генетических корреляций (r_{g12}) рассчитали по формуле:

$$r_{s_{12}} = \frac{\sigma_{s_{12}}}{\sqrt{\sigma_{s_1}^2 \sigma_{s_2}^2}},$$

где $\sigma_{s_{12}}$ – коварианса «между отцами» признака 1 и 2.

Для расчёта ошибки коэффициента генетической корреляции (s_{r_g}) использовали формулу:

$$s_{r_g} \approx \sqrt{((1 - r_{s_{12}}^2)^2 / (2h_1^2 h_2^2)) \times s_{h_1^2} s_{h_2^2}},$$

где h_1^2 и h_2^2 – коэффициенты наследуемости признаков 1 и 2 и их ошибки $s_{h_1^2}$ и $s_{h_2^2}$.

Подобным образом вычисляли фенотипические и паратипические коэффициенты корреляций, но с использованием соответствующих коварианс и вариантов. Все вычисления выполняли по компьютерной программе LSMMLW (Harvey, 1987).

Оценка генетической эффективности селекционного процесса базировалась на подходах, изложенных в работах В.М. Кузнецова (1976, 2001, 2008):

• ожидаемый генетический прогресс за год ($\Delta G_{j/y}$) при прямой селекции по признаку (j)

$$\Delta G_{j/y} = \frac{I_{S_j} + I_{D_j}}{L_S + L_D},$$

где I_{S_j} и I_{D_j} – генетическое превосходство отобранных быков и коров по j-му признаку (средняя племенная ценность отобранных животных); L_S и L_D – генерационный интервал для быков и коров.

• генетическое превосходство коров (I_{D_j})

$$I_{D_j} = i_{D_j} \times \sqrt{h_j^2} \times \sigma_{A_j},$$

где i_{D_j} – интенсивность отбора коров по j-му признаку; h_j^2 – коэффициент наследуемости по j-му признаку; σ_{A_j} – аддитивная генетическая изменчивость j-го признака.

• генетическое превосходство быков (I_{S_j})

$$I_{S_j} = i_{S_j} \times \sqrt{REL_j} \times \sigma_{A_j},$$

где i_{S_j} – интенсивность отбора быков по j-му признаку; REL_j – надежность (достоверность) оценки племенной ценности быка по j-му признаку ($= n / (n + (4 - h_j^2) / h_j^2)$); n – число дочерей быка.

• коррелированный генетический прогресс за год ($\Delta G_{k/y}$) по признаку (k) при прямой селекции по признаку (j)

$$\Delta G_{k/y} = r_{g_{kj}} \times \frac{\Delta G_{j/y}}{\sigma_{A_j}} \times \sigma_{A_k},$$

где $r_{g_{kj}}$ – генетическая корреляция между признаками k и j; σ_{A_k} – аддитивная генетическая изменчивость для признака k.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Декомпозиция фенотипической изменчивости

В табл. 1 представлена декомпозиция фенотипической изменчивости признаков по модели 1.

Таблица 1 – Вклад компонентов фенотипической изменчивости признаков, %

Причина изменчивости (компонент)	df	Признаки					
		продуктивные			технологические		
		удой	жир(%)	жир(кг)	суточный удой	время доения	интенсивность доения
H	39	34,1	24,0	35,7	25,4	22,5	20,6
Y	5	3,9	0,6	4,3	1,7	0,2	0,9
M	11	1,9	0,6	1,6	0,9	0,5	0,1
A	6	0,4	0,1	0,4	0,5	0,3	0,0
W	6	0,4	0,1	0,4	0,3	0,1	0,1
Gcow	5	0,3	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1
Модель, R ²	73	61,6	26,5	62,1	38,6	25,4	27,6
e	-	38,4	73,5	37,9	61,4	74,6	72,4

Примечания: df – число степеней свободы; R² – коэффициент детерминации; для всех факторов фактические уровни значимости меньше $\alpha=0,05$.

Преобладающее влияние на изменчивость признаков оказал фактор «стадо» (H): для продуктивных признаков – 24...35, технологических – 20...25%. Вторыми по силе влияния были факторы «год отела» (Y) и «месяц отела» (M): для продуктивных признаков – 0,6...4,3, технологических – 0,1...1,7%. Вклад других «организованных» факторов не превышал 1%. Включенные в модель факторы оказывали наибольшее влияние на вариацию количества молока и жира (R² = 61...62%). По остальным признакам коэффициенты детерминации были в пределах 25...39%. Кроме того между разными градациями паратипических факторов: года и месяца отела, возраста и живой массы при первом отеле имели место значительные различия в оценках по продуктивным и технологическим признакам.

В табл. 2 представлены оценки коэффициентов детерминации по семи биометрическим моделям для всех признаков. Вместо факторов H, Y и M был включен комплексный фактор «стадо-год-сезон отела» (HYS) (модели 1 и 3; 2 и 6), который привел к повышению коэффициента детерминации примерно на 10%.

Таблица 2 – Коэффициенты детерминации признаков, %

№	Факторы модели	удой	жир (%)	жир (кг)	суточный удой	время доения	интенсивность доения
1	H, Y, M, A, W, GCOW	61,6	26,5	62,1	38,6	25,4	27,6
2	H, Y, M, A, W, GSI	61,6	26,6	62,1	38,6	25,4	27,8
3	HYS, A, W, GCOW	66,4	39,9	67,8	47,1	36,6	37,6
4	HYS, GCOW	65,6	39,8	67,1	46,4	36,2	37,5
5	HYS, HFCOW регрессор	65,6	39,8	67,1	46,4	36,1	37,4
6	HYS, A, W, GSI	66,4	39,9	67,8	47,1	36,5	37,6
7	HYS, GSI	65,4	39,8	67,1	46,4	36,2	37,6

Исключение из модели возраста (A) и живой массы (W) при отеле незначительно снизило эффективность биометрических моделей (модели 3 и 4; 6 и 7). Замена генетической группы первотелки «GCOW» на генетическую группу отца «GSI» (модели 4 и 7) не отразилась на эффективности моделей. Включение в модели кровности первотелки, как непрерывной, независимой переменной «HFCOW регрессор», вместо генетической группы первотелки «GCOW» (модели 4 и 5) также не сказалось на величине коэффициентов детерминации.

В табл. 3 представлены оценки генетических групп и тренды, рассчитываемые методом наименьших квадратов (LS). LS-оценки и их статистическая значимость выражены относительно 1-ой группы.

Таблица 3 – LS - оценки генетических групп и трендов

GCOW	HFCOW	n	удой, кг	жир, %	жир, кг	суточный удой, кг	время доения, мин	интенсивность доения, кг/мин
1	до 25%	4868	0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00
2	25-36	7157	+59	-0,00*	+2,3	+0,0*	-0,2	+0,03
3	37-49	5800	+130	-0,00*	+4,7	+0,3	-0,0*	+0,03
4	50-61	3298	+159	-0,01*	+5,8	+0,5	+0,2	+0,02
5	62-74	2549	+274	-0,01*	+10,2	+0,7	+0,2	+0,03
6	≥ 75	4326	+290	-0,01*	+10,9	+0,8	+0,2	+0,04
Регрессия на +10%HF генов			+41,6	-0,002*	+1,5	+0,11	+0,05	+0,002*
Ошибка регрессии, ±			2,4	0,009	0,1	0,015	0,009	0,002

Примечания: здесь и далее * – оценки статистически незначимы ($\alpha > 0,05$). Остальные оценки статистически значимы при $\alpha < 0,05$.

В целом, влияние голштинских генов на удой, количество молочного жира, суточный удой и интенсивность молокоотдачи было положительным. По времени доения превосходство имели только группы первотелок с кровностью $\geq 50\%$. Однако тренды, оцениваемые линейной регрессией, были статистически значимы только по удою, молочному жиру, суточному удою и времени доения.

3.2 Наследуемость, фенотипические, паратипические и генетические корреляции признаков

В табл. 4 представлены оценки фенотипической и генетической изменчивости признаков, вычисленные по модели 2.

Таблица 4 – Фенотипическая и генетическая изменчивость признаков

Признак	μ	σ_p	$CV_p, \%$	σ_A	$CV_A, \%$	$h^2 \pm$ ошибка
удой, кг	4587	677	15	383	8	0,32 $\pm 0,025$
жир, %	3,8	0,2	6	0,1	4	0,44 $\pm 0,027$
жир, кг	173	27	16	16	9	0,35 $\pm 0,032$
суточный удой, кг	18	3,4	19	1,7	9	0,23 $\pm 0,019$
время доения, мин	10,7	2,2	21	1,1	11	0,26 $\pm 0,021$
интенсивность доения, кг/мин	1,7	0,4	20	0,2	10	0,24 $\pm 0,020$

Примечания: μ – среднее; σ_p и σ_A – фенотипическое и генетическое стандартные отклонения; CV_p и CV_A – коэффициенты фенотипической и генетической изменчивости; h^2 – коэффициент наследуемости.

Коэффициенты наследуемости продуктивных признаков были в пределах 0,3...0,4, технологических – 0,2...0,3. Оценки коэффициентов наследуемости технологических признаков были в среднем на 30% ниже таковых для продуктивных признаков, но вполне достаточны для их улучшения посредством селекции.

В табл. 5 даны коэффициенты корреляций между продуктивными признаками.

Таблица 5 – Фенотипические, паратипические и генетические корреляции между продуктивными признаками

Признаки	r_p	r_u	$r_g \pm$ ошибка
удой \times жир(%)	-0,10	-0,15	-0,02 $\pm 0,063$
удой \times жир(кг)	0,93	0,94	0,91 $\pm 0,011$
жир(%) \times жир(кг)	0,19	0,27	0,39 $\pm 0,053$

Примечания: здесь и далее r_p – фенотипическая, r_u – паратипическая, r_g – генетическая корреляции.

Как положительный момент, следует отметить отсутствие генетической корреляции между удоем и жирномолочностью (-0,02) и небольшую, но положительную статистически значимую генетическую корреляцию между количеством молочного жира и жирномолочностью (+0,39). Последняя дает основание для рекомендации использовать в практической селекции количество молочного жира в качестве основного селекционируемого признака.

Признаки молокоотдачи имели позитивные паратипические и фенотипические корреляции с удоем и количеством молочного жира (табл. 6). В то же время с жирномолочностью взаимосвязи практически не наблюдались.

Таблица 6 – Коэффициенты корреляции между продуктивными и технологическими признаками

Признаки	r_p	r_u	$r_g \pm s_g$
удой × суточный удой	0,52	0,49	0,61 ±0,042
× время доения	0,28	0,23	0,43 ±0,054
× интенсивность доения	0,19	0,22	0,12 ±0,064
жир(%)×суточный удой	-0,02	-0,08	0,09 ±0,060
× время доения	-0,01	-0,04	-0,09 ±0,063
× интенсивность доения	-0,01	-0,12	0,18 ±0,062
жир(кг)×суточный удой	0,49	0,46	0,60 ±0,043
× время доения	0,27	0,24	0,36 ±0,053
× интенсивность доения	0,17	0,18	0,18 ±0,062

Суточный удой имел статистически значимые положительные достаточно высокие генетические корреляции с количеством молока и жира (+0,60...+0,61). Генетическая корреляция интенсивности молокоотдачи с удоем была статистически незначимая (+0,12), с содержанием и количеством молочного жира – небольшая, но положительная и статистически значимая (+0,18).

В табл. 7 даны оценки коэффициентов корреляций между технологическими признаками.

Таблица 7 – Коэффициенты корреляций между технологическими признаками

Признаки	r_p	r_u	$r_g \pm$ ошибка
суточный удой×время доения	0,53	0,52	0,52 ±0,047
суточный удой×интенсивность доения	0,37	0,39	0,33 ±0,060
время доения×интенсивность доения	-0,55	-0,53	-0,60 ±0,053

Суточный удой имел положительную статистически значимую генетическую взаимосвязь с интенсивностью молокоотдачи (+0,33) и со временем доения (+0,52). Между интенсивностью молокоотдачи и временем доения имел место антагонизм, о чем свидетельствует довольно высокий отрицательный коэффициент генетической корреляции (-0,60).

3.3 Моделирование селекционного процесса

3.3.1 Прямой и коррелированный ответ на селекцию по продуктивным признакам

В табл. 8 даны оценки прямого и коррелированного ответа при селекции по удою или количеству молочного жира.

Таблица 8 – Прямой и коррелированный ответ на селекцию

Признак отбора	% отбора		Генетический прогресс за год		
	коров	быков	удой, кг	жир, %	жир, кг
удой (кг)	95	33	+29,8	-0,0001	+1,1
жир (кг)	95	33	+28,3	+0,0030	+1,3

При селекции только по удою ожидаемый генетический прогресс был 29,8 кг молока в год, коррелированный ответ по количеству молочного жира – +1,1 кг/год. При прямой селекции по количеству молочного жира генетический прогресс по удою снизился на 5%, но по количеству жира повысился на 18%. Кроме того, имел место положительный коррелированный сдвиг по содержанию жира в молоке. Следовательно, селекция по количеству молочного жира представляется более целесообразной. Поэтому при дальнейшем моделировании в качестве основного молочного признака был использован признак «количество молочного жира».

3.3.2 Возможность селекции коров и быков по технологическим признакам

Моделирование селекции матерей коров по количеству молочного жира и интенсивности молокоотдачи. Интенсивность молокоотдачи измеряется на 2-3-ом месяце лактации коров. Чтобы оценить возможности улучшения данного признака при селекции матерей коров, моделировали двухэтапный отбор: по количеству молочного жира и интенсивности молокоотдачи. Расчёты базировались на следующих сложившихся в области показателях: ремонт стада – 30%; выход телят на 100 коров – 82%; браковка по непродуктивным признакам и болезням – 30%. При этих значениях *общая* выбраковка животных по количеству жира и молокоотдаче была возможна на уровне 5%. Поэтому была исследована эффективность двух ва-

риантов селекции матерей коров по интенсивности молокоотдачи, именно: вариант А1 – браковка на уровне 1%; вариант А2 – на уровне 2% (табл. 9).

Таблица 9 – Эффективность двухэтапной селекции матерей коров

Вариант отбора	Критерий (% браковки)		Генетическое превосходство коров			
	жир(кг)	интенсивность доения	жир, кг	удой, кг	жир, %	интенсивность доения, кг/мин
А	5	-	1,0	20,7	0,002	0,002
А1	4	1	0,9	18,9	0,002	0,004
А2	3	2	0,7	15,5	0,001	0,006

В варианте А (селекция только по кг жира) генетическое превосходство по молокоотдаче составило 0,002, в варианте А2 – 0,006 кг/мин (по количеству молочного жира снизилось на 25%).

Моделирование селекции быков по количеству молочного жира и интенсивности молокоотдачи. Допускали, что на первом этапе быки отбирались по молочному жиру дочерей, на втором – по интенсивности молокоотдачи. При отборе быков по количеству молочного жира на уровне 33% (вариант В) браковку худших по интенсивности молокоотдачи варьировали от 10 до 50% (табл. 10 варианты В1... В5).

Таблица 10 – Эффективность двухэтапной селекции быков

Вариант отбора	Критерий (% браковки)		Генетическое превосходство быков			
	жир(кг)	интенсивность доения	жир, кг	удой, кг	жир, %	интенсивность доения, кг/мин
В	67	-	16,5	360,8	0,040	0,04
В1	63	10	16,0	345,0	0,040	0,08
В2	59	20	15,2	326,4	0,041	0,10
В3	53	30	14,0	299,1	0,039	0,12
В4	45	40	12,6	265,6	0,036	0,14
В5	34	50	10,5	216,4	0,033	0,17

Выбраковка быков по интенсивности молокоотдачи снизила их генетическое превосходство по количеству молочного жира (и удою) на 3%(В1)...36%(В5), по интенсивности молокоотдачи повысила в 2-4 раза. Как представляется, выбраковка быков по интенсивности молокоотдачи на уровне 10% (В1) вполне допустима: их генетическое превосходство по количеству молока и жира снизится лишь на 3-4%, а по интенсивности молокоотдачи повысится в 2 раза, относительно варианта А1 (табл. 9) – в 20 раз! Последнее дает основание полагать, что селекцию *матерей коров* по интенсивности молокоотдачи проводить *нецелесообразно*. Поэтому при дальнейшем моделировании селекционного процесса внимание акцентировалось на быках-производителях.

Предварительный отбор быков по суточному удою. Была смоделирована трехэтапная селекция быков (вариант С): на первом этапе – браковка по суточному удою в первые 2-3 месяца (10%); на втором этапе – браковка по количеству молочного жира (60%); на третьем этапе – браковка по интенсивности молокоотдачи дочерей (10%). В табл. 11 эффективность варианта С сравнивается с таковой вариантов В и В1 (см. табл. 10). В скобках дано генетическое превосходство по признакам, выраженное в стандартизированных единицах.

Таблица 11 – Эффективность варианта селекции быков с предварительным отбором по суточному удою дочерей (С)

Вариант селекции	Генетическое превосходство быков (станд.ед)				Σ(..)	% от В1
	жир, кг	удой, кг	жир, %	интенсивность доения, кг/мин		
В	16,5(0,38)	361(0,33)	0,04(0,13)	0,040(0,10)	0,94	92
В1	16,0(0,37)	345(0,32)	0,04(0,13)	0,080(0,20)	1,02	100
С	16,9(0,39)	369(0,34)	0,04(0,13)	0,085(0,21)	1,07	105

В отличие от варианта В1, в варианте С генетическое превосходство отобранных быков по удою, количеству молочного жира и интенсивности молокоотдачи было выше, чем в варианте В; по содержанию жира в молоке осталось на прежнем уровне. Совокупное *стандартизированное* генетическое превосходство варианта С было выше варианта В1 на 5%, варианта В – на 13%.

3.4 Экономическая эффективность

В табл. 12 показана экономическая эффективность вариантов В и С.

Таблица 12 – Экономическая эффективность вариантов В и С (руб./корова/год)

Параметры	Формула	Вариант	
		В	С
Доход от молока	$D_V = P \times (I_V / (2 \times L))$	515	527
Доход от интенсивности молокоотдачи:	$D_V = E_V + E_{CM}$	-	89
1. Экономия затрат на доение (E_V)	$E_V = (t \times 365 \times OT) / 60$	-	29
а) экономия времени в сутки (t)	$t = (S / V_1) - (S / V_2)$		
б) интенсивность доения за счет селекции (V_2)	$V_2 = V_1 + (I_V / (2 \times L))$		
2. Экономия затрат на лечение мастита (E_{CM})	$E_{CM} = r_{B(V,CM)} \times C$	-	60
Общий доход	TD	515	616

В табл. 12 символ P – это закупочная цена 1 кг молока (20 руб. в 2016 г.); I_V – генетическое превосходство по удою варианта В (360,8 кг) и варианта С (369 кг); L – усредненный генерационный интервал (7 лет); OT –

оплата труда в час оператора (120 руб.); S – суточный удой (20 кг); V_1 – интенсивность доения по выборке (1,7 кг/мин); I_V – генетическое превосходство по интенсивности доения варианта С (0,085 кг/мин); $r_{g(V,CM)}$ – генетическая корреляция интенсивности доения с клиническим маститом (по данным литературы 0,1); С – затраты на 1 курс лечения мастита коровы (600 руб.); TD_B – вариант В.

Общий доход варианта С (TD_N) включал доход от молока (D_V) и доход от увеличения интенсивности молокоотдачи (D_V) за счёт снижения затрат на доение и лечение коров от мастита и составил 616 руб. на корову в год.

ВЫВОДЫ

1. При использовании мультифакторного анализа установлено статистически значимое влияние паратипических факторов на изменчивость продуктивных и технологических признаков. Взаимодействие факторов «стадо», «год отела», «сезон отела» составило – 20-35%, влияние возраста, живой массы при отеле и кровности по голштинской породе было менее 1%. Коэффициенты линейной регрессии на каждые 10% повышения кровности составили: по удою $41,6 \pm 2,4$ кг; количеству молочного жира $1,5 \pm 0,11$ кг; суточному удою $0,11 \pm 0,015$ кг; времени доения $0,05 \pm 0,009$ мин.

2. Выявлена достаточная для проведения эффективной селекции генетическая изменчивость признаков; оценки коэффициентов наследуемости составили: по удою $0,32 \pm 0,025$, количеству молочного жира $0,35 \pm 0,032$, содержанию жира $0,44 \pm 0,027$, суточному удою $0,23 \pm 0,019$, времени доения $0,26 \pm 0,021$ и интенсивности молокоотдачи $0,24 \pm 0,020$.

3. Получены благоприятные для селекции статистически значимые положительные коэффициенты генетических корреляций, именно: количества молочного жира с удоем ($+0,91 \pm 0,011$) и жирномолочностью ($+0,39 \pm 0,053$); суточного удоя с количеством молока ($+0,61 \pm 0,042$) и жира ($+0,60 \pm 0,043$); интенсивности молокоотдачи с содержанием и количеством молочного жира ($+0,18 \pm 0,062$). Не установлено статистически значимой генетической корреляции между удоем и содержанием жира в молоке ($-0,02 \pm 0,063$).

4. Методом имитационного моделирования предварительного и основного отбора на основе полученных оценок генетических параметров установлена возможность использования в качестве главного селекционного признака – количество молочного жира, второстепенных признаков – интенсивность молокоотдачи и суточный удой.

5. Исследованиями выявлена низкая эффективность отбора матерей коров как при одноэтапной селекции по количеству молочного жира, так и при двухэтапной селекции.

6. При двухэтапной селекции быков по количеству молочного жира (браковка 63%) и интенсивности молокоотдачи (браковка 10%) генетическое превосходство по удою и количеству жира снижалось только на 3-4%, при этом по интенсивности молокоотдачи увеличилось в 2 раза.

7. При трёхэтапной селекции быков с включением предварительного отбора по суточному удою дочерей совокупное *стандартизированное* генетическое превосходство было выше варианта двухэтапной селекции на 5%, селекции только по количеству жира – на 13%.

8. Трёхэтапная система селекции быков может обеспечить общий доход в размере 616 рублей на корову в год.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

На основе полученных результатов исследований и сформулированных выводов рекомендуем:

- при разработке методов определения племенной ценности быков-производителей использовать показатели селекционно-генетических параметров, вычисленные с помощью многофакторных биометрических моделей;

- проводить трехэтапную селекцию быков по продуктивным и технологическим признакам дочерей, включая предварительный отбор – по среднесуточному удою в первые 2-3 месяца лактации, основной отбор – по выходу молочного жира и заключительный отбор – по интенсивности молокоотдачи;

- применять методические подходы, изложенные в диссертации, для разработки и оптимизации программ крупномасштабной селекции, конструирования селекционных индексов по комплексу признаков и организации системы геномной оценки животных.

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

*В рецензируемых журналах, рекомендованных
ВАК Минобрнауки России:*

1. Семенова, Н.В. Прямой и коррелированный ответ на селекцию продуктивных и технологических признаков молочного скота / **Н.В. Семенова** // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. - 2010. - №4(19). - С. 39-42.

2. Семенова, Н.В. Генетическая и экономическая эффективность селекции быков по продуктивным и технологическим признакам их дочерей / **Н.В. Семенова** // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. - 2013. - №1(32). - С. 36-38.

3. Семенова, Н.В. Эффективность поэтапной селекции производителей по продуктивным и технологическим признакам в молочном скотоводстве / **Н.В. Семенова** // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. - 2014. - №2(39). - С. 46-50.

4. Семенова, Н.В. Оценка наследуемости и генетических корреляций продуктивных и технологических признаков молочного скота и их применение в практической селекции / **Н.В. Семенова** // Достижение науки и техники АПК. - 2015. - Т. 29. - №4. - С. 44-46.

В других научных изданиях:

5. Семенова, Н.В. Анализ фенотипической изменчивости признаков молокоотдачи молочного скота Кировской области / **Н.В. Семенова**, В.М. Кузнецов // Сборник научных трудов «Состояние и перспективы развития научного обеспечения сельскохозяйственного производства на Севере». - Сыктывкар. - 2007. - С. 235-240.

6. Семенова, Н.В. Вклад средовых и генетических факторов в фенотипическую ценность признаков молокоотдачи молочного скота Кировской области / **Н.В. Семенова** // Сборник материалов научно-практической конференции «Основы повышения эффективности сельскохозяйственного производства Евро-Северо-Востока России». - Кострома. - 2008. - С. 196-198.

7. Семенова, Н.В. Влияние голштинизации на разовый удой, время доения и скорость молокоотдачи молочного скота Кировской области / **Н.В. Семенова**, В.М. Кузнецов // Наука в развитии АПК северных территорий: Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции Архангельского НИИСХ в 2007 году / РАСХН, Северо-Западный научно-методический центр, РАСХН. Архангельский НИИСХ. - Архангельск. - 2008. - С. 81-84.

8. Семенова, Н.В. Влияние различных факторов на фенотипическую изменчивость технологических признаков первотелок Кировской области / **Н.В. Семенова** // Сборник международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Г.Г. Петского «Современные научные тенденции в животноводстве». В 2 ч. Зоотехния и охотоведение: - Киров: Вятская ГСХА. - 2009. - Ч. 1. - С. 192-195.

9. Семенова, Н.В. Наследуемость и генетические корреляции продуктивных и технологических признаков молочного скота / **Н.В. Семенова**, В.М. Кузнецов // Съезд генетиков и селекционеров, посвященный 200-летию со дня рождения Чарльза Дарвина. V съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров. Часть I. Москва, 2009 г. РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева. - 2009. - С. 100.

10. Семенова, Н.В. Оценка популяционно - генетических параметров признаков молочной продуктивности и молокоотдачи молочного скота / **Н.В. Семенова**, В.М. Кузнецов // Научное обеспечение повышения эффективности отрасли животноводства в условиях Евро-Северо-Востока России: Сборник материалов научной сессии. - Кострома. - 2-3 июня. - 2009. - С. 153-157.

11. Семенова, Н.В. Генетическая изменчивость и взаимосвязь продуктивных и технологических признаков молочного скота Кировской области / **Н.В. Семенова** // Науке нового века - знания молодых: Материалы всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей, посвященной 80-летию Вятской ГСХА. В 3 ч. Биологические науки, ветеринарные науки, технические науки. - Киров: Вятская ГСХА. - 2010. - Ч. II. - С. 69-73.

12. Семенова, Н.В. Возможность селекции молочного скота по продуктивным и технологическим признакам / **Н.В. Семенова** // Проблемы и пути развития сельскохозяйственной науки Севера XXI века. К 100-летию сельскохозяйственной науки в Республике Коми: Сборник научных трудов. - Сыктывкар. - 2011. - С. 280-283.

13. Семенова, Н.В. Генетическое улучшение продуктивных и технологических признаков молочного скота Кировской области / **Н.В. Семенова** // Науке нового века - знания молодых: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей. В 2 ч. Агронические, биологические науки и ветеринарные науки. - Киров: ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА. - 2012. - Ч. 1. - С. 94-96.

14. Семенова, Н.В. Эффективность селекции молочного скота по продуктивным и технологическим признакам / **Н.В. Семенова** // Молодые ученые - аграрной науке Евро-Северо-Востока: Материалы 1-й Молодежной конференции. - Киров: НИИСХ Северо-Востока. - 2013. - С. 101-104.

15. Семенова, Н.В. Предварительный отбор быков по технологическим признакам / **Н.В. Семенова** // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов: Материалы научно-практической конференции с международным участием. - Киров: Вятская ГСХА. - 2015. - С. 334-337.

16. Семенова, Н.В. Оценка генетических (ко)варианс признаков молочной продуктивности и молокоотдачи в популяции молочного скота Кировской области / **Н.В. Семенова** // Научные основы современных агротехнологий в сельскохозяйственном производстве: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Саранск. - 2015. - С. 319-324.

Типография ВНИИплем

Заказ № 1

Объем 1,0 п.л.

Тираж 60 экз.