

ВСЕРОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕНЕТИКИ И РАЗВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

УДК 636:978.087.1
N Гос.регистрации
0186.0 124390

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института,
член-корр.РАСХН

_____ П.Н.Прохоренко

"_____ " _____ 1995г.

О Т Ч Е Т
за 1992-1995гг.

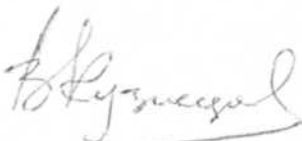
01.01.Ж Разработать и внедрить системы крупномасштабной селекции молочных пород на основе использования современных методов популяционной генетики, вычислительной техники, отечественного и мирового генофонда и биотехнологии (ИНСЕЛ-БИОТЕХ)

Ж1. Усовершенствовать информационно-вычислительную систему крупномасштабной селекции (ИНСЕЛ) на основе создания математических моделей животного, стада, популяции и использования больших ЭВМ и персональных компьютеров

Зам.директора по научной работе,
кандидат биологических наук

Н.С.Никитин

Зав.лабораторией популяционной
генетики, д.с.-х.н.



В.М.Кузнецов

С.-Петербург -Пушкин
1995г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Аспирант	<i>Агеев</i>	Агеев М.М. (2.1.1.2.)
Программист 1 категории	<i>Егорова</i>	Егорова В.Н. (2.1.1.3., 2.1.4.)
Зоотехник	<i>Игнашкина</i>	Игнашкина А.А. (2.1.1., 2.1.3., 2.2.1.)
Заведующий лабораторией	<i>Кузнецов</i>	Кузнецов В.М. (2.1., 2.2.)
Научный сотрудник ВелНИИЖ	<i>Клинец</i>	Клинец Н.В. (2.1.1.1.2.)
Старший оператор	<i>Лескова</i>	Лескова Н.Д. (2.1.4.)
Аспирант	<i>Добашова</i>	Добашова Л.В. (2.1.2.)
Главный зоотехник ПО "Ленинградское"	<i>Суллер</i>	Суллер И.Л. (2.1.1.1.1.)
Ученый секретарь РАСХН	<i>Шульга</i>	Шульга Л.П. (2.1.3.)

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

Реферат.....	
1. ВВЕДЕНИЕ.....	
2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1. Результаты исследований за 1992-1994 гг.	
2.1.1. Оценка эффективности прогноза генотипа молочного скота методом BLUP.....	
2.1.1.1. Оценка племенной ценности быков методом BLUP по собственным показателям.....	
2.1.1.1.1. Оценка BLUP племенной ценности быков Ленинградской области по живой массе в 12-месячном возрасте.....	
2.1.1.1.2. Оценка BLUP племенной ценности быков черно-пестрой породы Республики Беларусь по живой массе, объему и концентрации эякулята.....	
2.1.1.2. Исследовать эффективность статистических моделей метода BLUP при оценке быков по качеству потомства от числа и уровней классификации учитываемых паратипических факторов.....	
2.1.1.3. Разработать статистическую модель и исследовать эффективность оценки племенной ценности коров - потенциальных матерей быков методом BLUP.....	
2.1.2. Оптимизация программы селекции айрширских коров для стад совхозов "Новоладожский", "Мыслинский" и "Сортовальский".....	
2.1.3. Оптимизация программы селекции для черно-пестрого скота Нечерноземной Зоны Российской Федерации.....	
2.1.4. Разработать базу данных коров для ПЭВМ и создать банк данных по племенным коровам.....	

2.2. Результаты исследований за 1995г.	
2.2.1. Возможности селекции молочных и молочнo- мясных пород скота по мясной продуктивности.....	
3. ВЫВОДЫ.....	
4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	
5. ВНЕДРЕНИЕ И ПРОПОГАНДА НАУЧНЫХ РАЗРАБОТОК.....	

РЕФЕРАТ

Отчет страниц, 31 таблица.

МОЛОЧНЫЙ СКОТ, ЧЕРНО-ПЕСТРАЯ ПОРОДА, БЫКИ-ПРОИЗВОДИТЕЛИ, ЖИВАЯ МАССА, ОБЪЕМ ЭЯКУЛЯТА, КОНЦЕНТРАЦИЯ ЭЯКУЛЯТА, МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ, СОБСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, КАЧЕСТВО ПОТОМСТВА, ANOVA, BLUP, СМЕШАННЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, ПЛЕМЕННАЯ ЦЕННОСТЬ, ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРОГРАММЫ СЕЛЕКЦИИ, ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС, БАЗА ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ.

Осуществлена адаптация метода BLUP для оценки генотипа быков по собственным показателям: живой массе в 12-месячном возрасте, объему эякулята и концентрации эякулята. Установлено, что прогноз генотипа быков по собственным показателям методом BLUP будет способствовать повышению эффективности отбора, относительно отбора по абсолютным показателям, на 17-29%.

Проведена оценка генотипа 29 быков методом BLUP по живой массе потомства в 12-месячном возрасте. Установлено, что использование метода BLUP снижает вероятность ошибки при отборе быков по сыновьям или дочерям на 36-40%, при отборе по всем потомкам - на 67%.

Осуществлена оценка генотипа 246 быков черно-пестрой породы по молочной продуктивности потомства 17 моделями метода BLUP. Были использованы данные о 19391 первотелках, лактировавших в 37 хозяйствах Ленинградской области. Исследована эффективность метода BLUP при включении в статистическую модель следующих факторов: стада (хозяйства), года отела, сезона отела (период сезона отела 6, 4, 3, 1 мес.), живой массы при отеле, возраста при отеле, числа дойных дней. Включение в модель эффекта стада снижало ошибку прогноза генотипа быков на 83,3%. Дополнительное включение в модель года отела - на 2,1%, месяца отела на 6,0%, живой массы при отеле - на 3,9%, числа дойных дней - на 2,1%. Включение в модель возраста дочерей при первом отеле повышало ошибку прогноза генотипа быков на 1,2%. При установлении периода сезона отела в 1-3 мес. потеря информации достигала 23,5%. Предварительная корректировка продуктивности дочерей на число дойных дней была на 3,4% менее эффективной, чем включение этого фактора в модель BLUP. Наименьшая ошибка прогноза генотипа быков была при использовании модели, которая включала аддитивный генетический эффект быка, фиксированный эффект стадо-год отела и месяца отела (4-х мес. период сезона отела), а также живую массу и число дойных дней дочерей, как независимые регрессионные переменные. Достоверность прогноза генотипа быков была на уровне 85%. Коэффициенты корреляции с оценками по другим моделям BLUP варьировали от 0,52 до 0,99.

Разработана статистическая модель BLUP для генетической оценки коров - потенциальных матерей быков. Модель BLUP включала фиксированный эффект совместного влияния стада-года-сезона отела, случайный аддитивный генетический эффект отца, случайный эффект коровы внутри отца и случайный эффект неучтенных факторов. Различные лактации рассматривались как один неоднократно измеренный приз-

нак (модель повторяемости). Для исследования эффективности модели использовали информацию о 1301 корове (2701 лактации) черно-пестрой породы А/О "Детскосельское". Продуктивность каждой коровы была предварительно скорректирована посредством мультипликативных коэффициентов на номер лактации, возраст при отеле, сервис-период и продолжительность лактации. Корреляции между скорректированной и нескорректированной продуктивностью коров составили 0,863, 0,834 и 0,974 соответственно для удоя, количества жира и содержания жира. Корреляции между оценками генотипа коров и их нескорректированной продуктивностью были для удоя 0,673, количества жира 0,655, содержания жира 0,736. По первотелкам корреляции составляли, соответственно, 0,583, 0,606 и 0,754. Делается вывод, что при отборе коров по их фактической продуктивности возможные потери в эффективности селекции в сравнении с отбором по BLUP-оценкам может достигать по удою и количеству жира 26-42%, по содержанию жира 15-25%.

Проведены исследования по изучению возможностей селекции молочного и молочного-мясного скота по мясной продуктивности. Установлено, что генетическая изменчивость живой массы в 12-месячном возрасте составляет 16-20%, генетическая корреляция с количественными признаками молочной продуктивности - +0,13...+0,40. При 80% отборе быков по живой массе их генетическое превосходство составило: селекция по собственным показателям - +1,6 кг; селекция по потомству - +3,1 кг; 2-х этапная селекция - +2,6 кг; индексная селекция - +3,6 кг. При селекции быков по живой массе потомства на уровне 80% среднегодовой генетический прогресс по удою снижается на 1,1%, на уровне 80% - на 7,7% (общая интенсивность отбора 20%). При 60% отборе быков по живой массе и 20% отборе по удою (общая интенсивность отбора 12%) генетический прогресс повысится, относительно селекции только по удою, по живой массе в 2,5 раза, по удою на 14%. При реализации этого варианта селекции молочного и молочного-мясного скота на ликвидацию дефицита в производстве говядины потребуется 33 года вместо 82 лет без селекции по живой массе.

Разработаны программы селекции айрширских коров для стад совхозов "Новоладожский", "Мыслинский" и "Сортовальский". Ожидаемый генетический прогресс при реализации программы селекции коров составит соответственно 15,9, 18,1, 23,3 кг молока на корову в год.

Разработаны программы селекции черно-пестрой породы, обеспечивающие достижение максимального генетического улучшения, для Центрального, Северо-Западного, Северного, Волго-Вятского и Уральского экономических регионов Нечерноземной Зоны России. Реализация программ селекции будет способствовать генетическому улучшению популяций на 37-45 кг молока на корову в год.

Разработана база данных коров для ПЭВМ, включающая систему обработки данных по племенному учету со средствами накопления, хранения, обновления, поиска и выдачи необходимой информации для принятия решения по селекции молочного скота на уровне стада (хозяйства). Создан банк данных на племенных коров А/О "Детскосельское" (более 6000 коров).

1. ВВЕДЕНИЕ

Цель оценки молочного скота на всех этапах селекции заключается в том, чтобы по имеющимся данным получить как можно более точный прогноз их генотипа (племенной ценности). Для этого необходимо элиминировать влияние на продуктивность многочисленных систематических факторов внешней среды.

В настоящее время во многих странах оценка животных осуществляется методом наилучшего линейного несмещенного прогноза (BLUP) [1]. Метод BLUP был разработан американским ученым Ч. Хендерсоном и базируется на линейных моделях смешанного типа [2]. Наши исследования показали преимущество метода BLUP над методом сравнения со сверстниками по точности прогноза генотипа быков [3, 4].

Отличительными особенностями метода BLUP являются то, что все включенные в модель эффекты оцениваются одновременно и можно использовать модели с различной степенью детализации средовых факторов. Однако при использовании очень детализированных моделей возрастает затраты на их решение и требуются очень мощные компьютеры. Детализированные модели могут быть неэкономичными или неприемлемыми для практического использования. Необходим компромисс между снижением точности оценки племенной ценности и увеличением методических трудностей. С другой стороны, для каждой конкретной ситуации должна быть использована оптимальная модель. Модель, которая является наилучшей для одной популяции, может быть неадекватной для другой. Таким образом проблема заключается в том, чтобы определять сколько и какие факторы должны быть включены в модель и как сравнить эффективность разных моделей BLUP.

Стремление продлить продолжительность продуктивного использования коров приводит к более низкой норме ремонта стада. Низкая норма ремонта ограничивает возможности браковки низкопродуктивных коров. Таким образом, проблема заключается в том, чтобы найти баланс между нормой ремонта и уровнем браковки, т.е. оптимизировать программу селекции коров для стад и популяций.

В России более 95% говядины производится за счет скота молочных и молочно-мясных пород. Производство говядины в стране невысокое и за период 1992-1993 гг. сократилось на 14%. В России, где 98% скота молочных и молочно-мясных пород, представляется естественным и целесообразным наряду с повышением генетического потенциала по молочной продуктивности улучшать мясную продуктивность животных. То есть включить в цель селекции признаки мясной продуктивности.

Эффективная племенная работа с породами молочного скота невозможна без ее информационного обеспечения. Об этом убедительно свидетельствуют высокие темпы генетического улучшения животных в странах Западной Европы и Северной Америки. Воздействие информационной технологии на генетический прогресс осуществляется через: 1) качественную и полную систему учета; 2) сокращение времени между сбором данных и их обработкой; 3) использование более сложных и эффективных методов селекции. В отчетный период были начаты исследования по разработке информационного обеспечения племенной работы с молочным скотом на уровне стада (хозяйства) на базе ПЭВМ.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Результаты исследований за 1992-1994 гг.

2.1.1. Оценка эффективности прогноза генотипа молочного скота методом BLUP

2.1.1.1. Оценка племенной ценности быков методом BLUP по собственным показателям

2.1.1.1.1. Оценка BLUP племенной ценности быков Ленинградской области по живой массе в 12-месячном возрасте

Цель настоящих исследований заключалась в адаптации метода BLUP к практической ситуации для использования сравнительно небольшого количества данных при оценке племенной ценности быков наиболее эффективным образом. Работа проводилась совместно со специалистами ПО "Ленинградское".

Данные для исследования содержали информацию о 179 быках черно-пестрой элевера Ленинградской области.

О каждом быке имели следующую информацию: номер быка, место рождения (хозяйство), дата рождения, порода, номер и линия отца, дата постановки на элевер, живая масса в 12-месячном возрасте.

Черно-пестрые быки являлись сыновьями 55 отцов (быки голшти-нских линий были сыновьями 48 отцов), айрширские - 18 отцов.

В зависимости от возраста при постановке быков на элевер было сформировано 5 групп.

Для оценки влияния отдельных факторов на изменчивость живой массы быков в 12-месячном возрасте использовали анализ наименьших квадратов (ANOVA).

Живую массу быка черно-пестрой породы описывали следующей фиксированной линейной моделью

$$y = \mu + H + Y + S + A + G + e ,$$

где y - живая масса быка в 12-месячном возрасте;

μ - среднее наименьших квадратов;

H - эффект хозяйства, в котором родился бык;

Y - эффект года постановки на элевер;

S - эффект сезона при постановке на элевер

($S=1,2,\dots,6$ по 2 месяца в сезоне: январь-февраль и т.д.);

A - эффект класса возраста при постановке на элевер;

G - эффект генетической группы (линии);

e - случайный эффект неучтенных факторов.

В табл.1 даны результаты ANOVA по быкам черно-пестрой породы. Коэффициент детерминации модели составил 33,9%. Суммарное влияние учтенных факторов было высокодостоверным.

Наибольшее влияние на изменчивость живой массы оказывали сезон при постановке быков на элеватор (10,8%) и хозяйсва, из которых они поступали (7,1%). Влияние года постановки, возраста при постановке и принадлежности к линии было на уровне 3-4%. Влияние года постановки было значимо на уровне 88%, остальных факторов - 94-99%.

Общее влияние паратипических факторов (исключая эффект линии) составило 25,5%. Это дает основание полагать, что при включении этих факторов в модель BLUP следует ожидать более точных оценок племенной ценности быков.

Таблица 1

Результаты ANOVA по живой массе быков черно-пестрой породы в 12-месячном возрасте

Источник изменчивости	d.f.	S.S./100	%	F	P
Общая	170	1189,7	-	-	-
Модель	22	403,3	33,9	3,5	0,0000
Хозяйство (H)	4	84,1	7,1	3,9	0,0044
Год постановки (Y)	4	39,4	3,3	1,8	0,1220
Сезон при постановке (S)	5	128,8	10,8	4,8	0,0004
Класс возраста (A)	4	51,3	4,3	2,4	0,0514
Линия (G)	4	49,2	4,1	2,3	0,0602
Остаток (e)	148	786,5	-	-	-

Примечание: d.f. - число степеней свободы;
 S.S. - сумма квадратов;
 F - критерий Фишера;
 P - уровень вероятности нулевой гипотезы;

Исходя из результатов ANOVA для оценки племенной ценности быков черно-пестрой породы использовали следующие модели BLUP:

а) Оценка быка по собственной живой массе

$$y = H + Y + S + A + C + e,$$

где

C - случайный эффект аддитивной генетической ценности быка (сына).

Значение остальных символов дано выше.

б) Оценка отца быка по живой массе сыновей

$$y = H + Y + S + A + G + SI + e,$$

где

SI - случайный эффект аддитивной генетической ценности отца быка.

В табл.2 дана статистика по живой массе быков в 12-месячном возрасте и по оценкам их племенной ценности.

Таблица 2

Средние значения (M), стандартные отклонения (STD) и лимиты (MIN, MAX) живой массы в 12-месячном возрасте (ABS) и оценок племенной ценности (BV), быков черно-пестрой породы (n=179)

Порода	Переменная	M	STD	MIN	MAX
Черно-пестрая	ABS	395	25	320	460
	BV	395	7	378	413

Средние по ABS и BV равны потому, что племенная ценность быка выражалась как "оценка по BLUP плюс общая средняя по породе".

Взаимосвязь между живой массой быков черно-пестрой породы и оценками их племенной ценности показана в табл.3

Таблица 3

Корреляция между живой массой быков в 12-месячном возрасте (ABS) и оценкой их племенной ценности (BVC) и племенной ценности их отцов (BVS)

Коррелируемые переменные	Число пар	Коэффициенты корреляции
ABS * BVC	179	0,827
ABS * BVS	105**	0,369
BVC * BVS	105**	0,415

Примечание.** - отцы с не менее чем 4 сыновьями.

Коэффициент корреляции составил 0,827. Это указывает на то, что оценки по BLUP отличаются от абсолютных показателей. При использовании процедуры BLUP неизвестные средовые эффекты были оценены в структуре несбалансированных данных и элиминированы. Поэтому можно полагать, что оценки по BLUP являются более точными критериями для отбора (выбраковки) быков.

Таким образом, исходя из полученного коэффициента корреляции вероятность ошибки при отборе лучших быков или выбраковке худших быков по живой массе в 12-месячном возрасте может достигать 17%. В табл.3 даны также коэффициенты корреляции между живой массой быка и оценкой по BLUP его отца (по сыновьям), оценкой по BLUP быка и оценкой по BLUP его отца. Более высокая корреляция между оценками по BLUP сына и отца указывает на преимущество метода. Однако, так как число сыновей у большинства быков было небольшим, то эти результаты следует рассматривать как ориентировочные.

**2.1.1.1.2. Оценка BLUP племенной ценности быков
черно-пестрой породы Республики Беларусь
по живой массе, объему и концентрации
эякулята**

В исследованиях 1991 года был проведен многофакторный анализ влияния паратипических и генетических эффектов на живую массу, объем и концентрацию эякуляра 83 быков черно-пестрой породы Республики Беларусь. Было установлено значительное влияние на изменчивость признаков таких факторов как хозяйство, год и сезон рождения, линия отца, возраст постановки на элеватор и т.д. Проведенный анализ позволил выбрать наилучшие линейные статистические модели. Цель настоящих исследований заключалась в использовании выбранных моделей для оценки методом BLUP генотипа быков по собственным показателям.

Данные для исследования были представлены сотрудниками отдела разведения и селекции крупного рогатого скота БелНИИЖ (зав. лабораторией проф. Гринь М.П.).

Эти данные содержали информацию о 83 быках черно-пестрой породы, родившихся за период с июля 1988г. по июнь 1989г. в 5 хозяйствах Республики. Быки были сыновьями 49 отцов, относящихся к 6 линиям.

О каждом быке имели следующую информацию: место рождения (хозяйство), месяц и год рождения, номер и линия отца, возраст при постановке на элеватор, живая масса в 12-месячном возрасте, возраст при первом взятии спермы, объем эякулята (средний) за первые 90 дней использования, концентрация эякулята (средняя) за первые 90 дней использования.

Генетическую ценность быков оценивали по следующим признакам: живая масса, объем эякулята, концентрация эякулята.

Предыдущие исследования (отчет 1991г.) позволили выбрать следующие модели BLUP:

а) Для признака "живая масса"

$$Y = HGA + L + S + C + e$$

где:

- Y - живая масса в 12-месячном возрасте;
- HGA - эффект совместного влияния хозяйства, в котором родился бык (H), года и месяца рождения (G), возраста при постановке на элеватор (A);
- L - эффект линии отца быка;
- S - аддитивный генетический эффект отца быка;
- C - аддитивный генетический эффект быка (сына);
- e - эффект неучтенных факторов.

Эффекты HGA и L считались фиксированными. Эффекты S, C и e - случайными.

б) Для признака "объем эякулята"

$$Y = HGA + m + a + L + S + C + e$$

где:

- Y - объем эякулята за первые 90 дней использования;
- HGA - эффект совместного влияния хозяйства, в котором родился бык (H), года и месяца рождения (G), возраста при постановке на элеватор (A);
- m - эффект влияния живой массы быка в 12-месячном возрасте;
- a - эффект влияния возраста при первой взятии спермы;
- L - эффект линии отца быка;
- S - аддитивный генетический эффект отца быка;
- C - аддитивный генетический эффект быка (сына);
- e - эффект неучтенных факторов.

Эффекты HGA, m, a и L считались фиксированными, m и a рассматривались как независимые переменные.

в) Для признака "концентрация эякулята"

$$Y = HGA + v + L + S + C + e$$

где:

- Y - концентрация эякулята быка за первые 90 дней использования;
- HGA - эффект совместного влияния хозяйства, в котором родился бык (H), года и месяца рождения (G), возраста при постановке на элеватор (A);
- v - эффект влияния объема эякулята за первые 90 дней использования;
- L - эффект линии отца быка;
- S - аддитивный генетический эффект отца быка;
- C - аддитивный генетический эффект быка (сына);
- e - эффект неучтенных факторов.

Эффекты HGA, v и L считались фиксированными, v рассматривалась как независимая переменная.

Суммарное влияние включенных в модели эффектов, исключая аддитивные генетические эффекты отца (S) и сына (C), на изменчивость живой массы было 42,1%, объема эякулята - 57,6%, концентрации эякулята - 51,6% (отчет 1991г.).

Племенная ценность (BV) быков выражалась как

$$BV = \hat{c} + M$$

где

M - среднее по всем быкам.

Описательная статистика по абсолютным показателям быков и по оценкам их племенной ценности дана в табл.4

Таблица 4

Средние значения (M), стандартные отклонения (STD) и лимиты (MIN, MAX) абсолютных показателей (ABS) и оценок племенной ценности (BV) быков (n=83)

Признак	Переменная	M	STD	MIN	MAX
Живая масса, кг	ABS	389	38	300	500
	BV	389	8	363	415
Объем эякулята, мл	ABS	2,7	0,7	1,5	5,2
	BV	2,7	0,2	2,2	3,7
Концентрация эякулята, млрд/мл	ABS	1,0	0,2	0,3	1,7
	BV	1,0	0,1	0,8	1,2

Изменчивость оценок в 3-4,5 раза ниже изменчивости абсолютных показателей. Отклонение племенной ценности быков от среднего по живой массе варьировало от -26 до +26 кг, по объему эякулята - от -0,5 до +1,0, по концентрации эякулята - от -0,2 до +0,2. По объему эякулята имела место некоторая асимметрия распределения оценок генетической ценности быков.

Взаимосвязь между абсолютными показателями быков и оценками племенной ценности показана в табл. 5

Таблица 5

Корреляция между абсолютными показателями быков и оценками их племенной ценности (n=83)

Признак	Корреляция
Живая масса, кг	0,786
Объем эякулята, мл	0,714
Концентрация эякулята, млрд/мл	0,784

Коэффициенты корреляции были 0,71-0,79. Эти оценки хорошо согласуются с результатами раздела 2.1.1.1.1. Таким образом при оценке BLUP эффективность отбора (браковки) можно повысить на 20-30%.

Итак, методом BLUP проведена оценка генетической ценности быков по живой массе в 12-месячном возрасте, объему эякулята и концентрации эякулята за первые 90 дней использования. Для каждого признака были подобраны наилучшие модели. Результаты показали, что прогноз генотипа быка по собственным показателям методом BLUP будет способствовать повышению эффективности отбора, относительно отбора по абсолютным показателям, на 20-30%.

2.2.1.2. Исследовать эффективность статистических моделей метода BLUP при оценке быков по качеству потомства от числа и уровней классификации учитываемых паратипических факторов

Одним из преимуществ метода BLUP является его гибкость. Можно использовать модели с различной степенью детализации факторов. Проблема заключается в том, чтобы определить сколько и какие факторы должны быть включены в модель.

Для решения этой задачи использовали данные о 19391 первотелках черно-пестрой породы, дочерей 246 быков. Первотелки лактировали в 37 хозяйствах (стадах) Ленинградской области. О каждой первотелке имели следующую информацию: код хозяйства, No первотелки, No отца, год и месяц отела, возраст при отеле в месяцах, живая масса при отеле, число дойных дней, удой за 305 дней или укороченную лактацию (не менее 240 дней), содержание жира в молоке и количество молочного жира.

Исследовали следующие модели BLUP:

$y = SI + e$	...	BLUP1
$y = SI + H + e$	...	BLUP2
$y = SI + HY + e$	...	BLUP3
$y = SI + HYS6 + e$	...	BLUP4
$y = SI + HYS4 + e$	...	BLUP5
$y = SI + HYS3 + e$	...	BLUP6
$y = SI + HYS1 + e$	...	BLUP7
$y = SI + KY + m + e$	...	BLUP8
$y = SI + HY + M + e$	...	BLUP9
$y = SI + HY + M + w + e$	...	BLUP10
$y = SI + HY + M + a + e$	...	BLUP11
$y = SI + HY + M + d + e$	...	BLUP12
$y^* = SI + HY + M + e$	...	BLUP13
$y = SI + HY + M + w + a + e$	...	BLUP14
$y = SI + HY + M + w + d + e$	...	BLUP15
$y = SI + HY + M + a + d + e$	...	BLUP16
$y = SI + HY + M + w + a + d + e$	...	BLUP17

где y - продуктивность первотелки;
 y^* - продуктивность первотелки скорректированная на число дойных дней,

$$y^* = y * 405 / (t + 100) \quad [5],$$

где t - продолжительность лактации в днях;

SI - аддитивный генетический эффект быка;
H - эффект стада;
HY - совместный эффект стада и года отела;
HYS - совместный эффект стада, года и сезона отела;

HYS6 - в году два сезона по 6 мес. каждый;
HYS4 - в году три сезона по 4 мес. каждый;
HYS3 - в году четыре сезона по 3 мес. каждый;
HYS1 - период сезона равен одному месяцу.

m , M - эффект месяца отела;
 w - влияние живой массы при первом отеле;
 a - влияние возраста при первом отеле;
 d - влияние числа дойных дней;
 e - эффект неучтенных факторов.

SI и e рассматривали как случайные переменные,
 H, HY, HYS, M - как фиксированные переменные,
 m, w, a, d - как независимые переменные (коварианты).

Оценки племенной ценности быков рассчитывали для удоя, содержания жира в молоке и количества молочного жира из решений уравнений смешанных моделей для SI [6].

Племенную ценность быка (BV) выражали как

$$BV = 2 * SI.$$

Для всех признаков использовали одно и тоже отношение дисперсий (K)

$$K = \text{Var}(e) / \text{Var}(SI) = 15,$$

где $\text{Var}(e)$ - остаточная дисперсия;
 $\text{Var}(SI)$ - дисперсия по быкам.

В табл.6 даны стандартные отклонения оценок племенной ценности быков, рассчитанных по разным моделям BLUP.

Использование BLUP1 адекватно, по существу, оценке быков по средней продуктивности дочерей. Поэтому стандартное отклонение оценок племенной ценности по BLUP1 содержало в себе не только генетическую, но и весь спектр паратипической изменчивости. При включении в модель того или иного паратипического фактора или группы факторов их влияние посредством процедуры BLUP элиминировалось. В результате изменчивость оценок племенной ценности быков снижалась, приближаясь в большей или меньшей степени к "истинной" генетической изменчивости.

Включение в модель эффекта стада (BLUP2) снизило стандартное отклонение по удою на 44%. Это указывает на то, что при использовании BLUP2 было элиминировано 44% паратипической изменчивости обусловленной тем, что дочери быков лактировали в разных стадах.

Таблица 6

Стандартное отклонение племенной ценности (BV) и число эффективных дочерей на быка (W) при использовании разных моделей BLUP (n = 246)

Вариант BLUP	Эффекты модели	Стандартное отклонение BV			W
		удой, кг	жир, %	жир, кг	
BLUP1	SI	660	0,107	25,6	34
BLUP2	SI, H	367	0,070	16,2	34
BLUP3	SI, HY	344	0,066	14,9	31
BLUP4	SI, HYS6	336	0,064	14,6	29
BLUP5	SI, HYS4	323	0,064	14,0	29
BLUP6	SI, HYS3	318	0,062	11,9	28
BLUP7	SI, HYS1	302	0,062	11,3	26
BLUP8	SI, HY, m	343	0,065	12,3	31
BLUP9	SI, HY, M	323	0,064	11,8	31
BLUP10	SI, HY, M, w	311	0,065	11,3	31
BLUP11	SI, HY, M, a	326	0,065	11,9	31
BLUP12	SI, HY, M, d	314	0,065	11,4	31
BLUP13	SI, HY, M, y*	325	0,083	11,9	31
BLUP14	SI, HY, M, w, a	313	0,065	11,4	31
BLUP15	SI, HY, M, w, d	304	0,065	11,0	31
BLUP16	SI, HY, M, a, d	318	0,065	11,6	31
BLUP17	SI, HY, M, w, a, d	307	0,065	11,1	31

Включение в модель совместного эффекта стадо-год (BLUP3) снизило стандартное отклонение оценок племенной ценности быков дополнительно на 6,3%.

Влияние сезона отела на стандартное отклонение племенной ценности зависило от классификации. Когда период сезона отела был определен в 6 месяцев, стандартное отклонение племенной ценности быков снизилось, относительно BLUP3, на 2,3%. При сезоне отела равном 4 месяца - на 6,1%, 3 месяца - на 7,6% и 1 месяц - на 12,2%.

Стандартное отклонение оценок племенной ценности быков при использовании вместо сезона отела месяца отела зависило от формы представления этого фактора в модели. В том случае, когда месяц отела входил в модель как независимая переменная (BLUP8), стандартное отклонение было на уровне значений по BLUP3. При представлении месяца отела в качестве классификационного фиксированного фактора (BLUP9), стандартное отклонение племенной ценности было на уровне значений по BLUP5. То есть стандартные отклонения оценок племенной ценности быков по BLUP8 и BLUP9 были выше, чем по BLUP7, когда класс сезона отела был равен 1 месяцу.

При включении в модель живой массы дочерей при отеле (BLUP10) редукция стандартного отклонения была больше, чем при учете возраста первого отела (BLUP11). Предварительная

корректировка удоя на число дойных дней (BLUP13) оказывала меньшее влияние на редукцию стандартного отклонения, чем включение этого фактора в модели (BLUP12). Включение в модель живой массы дочерей при отеле и числа дойных дней (BLUP15) способствовало снижению стандартного отклонения в большей степени, чем учет возраста первого отела и числа дойных дней (BLUP16) и даже всех трех независимых переменных (BLUP17).

Аналогичная тенденция варьирования стандартного отклонения наблюдалась для оценок племенной ценности по количеству молочного жира. Несколько менее выраженной она была по содержанию жира в молоке.

Стандартные отклонения оценок племенной ценности быков могли бы быть использованы для сравнительной характеристики моделей BLUP. Однако при детализации модели по эффекту стадо-год-сезон потеря информации из-за сокращения числа эффективных дочерей на быка достигала 23,5% (BLUP7). Это негативно отражалось на точности оценки и снижало абсолютные значения племенной ценности быков. В результате при использовании моделей BLUP2-BLUP7 редукция стандартного отклонения племенной ценности была не только за счет элиминации влияния паратипических факторов, но и из-за снижения достоверности прогноза генотипа быков. Поэтому для сравнительной характеристики моделей BLUP использовали стандартную ошибку оценки племенной ценности (SE):

$$SE = SD * \left(\frac{W}{W+K} \right)^{-1/2}$$

где SD - стандартное отклонение племенной ценности;
W - число эффективных дочерей на быка;
K - отношение дисперсий.

Ошибки оценок племенной ценности быков по разным моделям BLUP показаны в табл.7. Для каждой модели использовали свои значения стандартного отклонения племенной ценности и числа эффективных дочерей на быка. В табл.7 дана также ошибка оценки племенной ценности в процентах. В качестве базиса приняли ошибку оценок племенной ценности по BLUP6. Относительная величина ошибки более наглядно характеризовала модели.

Оценка племенной ценности быков по моделям BLUP1-BLUP5 приводила к повышению ошибки. Особенно большая ошибка была при использовании моделей BLUP1 и BLUP2, когда эффекты стада или/и года отела не учитывались.

Определение периода сезона отела в 1 месяц незначительно снизило ошибку племенной ценности по удою и количеству молочного жира и повысило по содержанию жира в молоке.

Таблица 7

Ошибка оценки племенной ценности быков (SE)
при использовании разных моделей BLUP (n=246)

Вариант BLUP	Эффекты моделей	УДОЙ, КГ		ЖИР, %		ЖИР, КГ	
		SE	RSE	SE	RSE	SE	RSE
BLUP1	SI	438	188,0	0,071	157,8	17,0	195,4
BLUP2	SI, H	244	104,7	0,046	102,2	10,8	124,1
BLUP3	SI, HY	239	102,6	0,046	102,2	10,4	119,5
BLUP4	SI, HYS6	242	103,9	0,046	102,2	10,5	120,7
BLUP5	SI, HYS4	232	99,6	0,046	102,2	10,1	110,1
BLUP6	SI, HYS3	233	100,0	0,045	100,0	8,7	100,0
BLUP7	SI, HYS1	229	98,3	0,047	104,4	8,5	98,9
BLUP8	SI, HY, a	239	102,6	0,045	100,0	8,6	98,9
BLUP9	SI, HY, M	225	96,6	0,044	97,8	8,2	94,3
BLUP10	SI, HY, M, w	216	92,7	0,045	100,0	7,9	90,8
BLUP11	SI, HY, M, a	227	97,4	0,045	100,0	8,3	95,4
BLUP12	SI, HY, M, d	218	93,6	0,045	100,0	7,9	90,8
BLUP13	SI, HY, M, y*	226	97,0	0,058	128,9	8,3	95,4
BLUP14	SI, HY, M, w, a	218	93,6	0,045	100,0	7,9	90,8
BLUP15	SI, HY, M, w, d	211	90,6	0,045	100,0	7,7	88,5
BLUP16	SI, HY, M, a, d	221	94,8	0,045	100,0	8,1	93,1
BLUP17	SI, HY, M, w, a, d	214	91,8	0,045	100,0	7,7	88,5

Примечание. RSE - ошибка оценки племенной ценности
в процентах относительно BLUP6

При включении в модель BLUP месяца отела как независимой переменной, ошибка оценки племенной ценности быков повысилась на 2,6%. Включение в модель месяца отела в качестве классификационной фиксированной переменной способствовало снижению ошибки по удою на 3,4%, по содержанию жира в молоке на 2,2%, по количеству молочного жира на 5,7%.

В большей степени на снижение ошибки оценки племенной ценности быков оказывал учет в модели BLUP живой массы дочерей, а не возраста при первом отеле. В первом случае стандартная ошибка оценки племенной ценности по удою сократилась на 7,3%, во втором случае - на 2,6%. По количеству молочного жира, соответственно, на 9,2 и 4,6%.

Предварительная корректировка молочной продуктивности дочерей на число дойных дней снизило ошибку на 3,0%. Включение этого фактора в модель BLUP на 6,4%. Причем предварительная корректировка содержания жира в молоке на число дойных дней повысила ошибку оценки племенной ценности быков на 28,9%.

Максимальное снижение ошибки оценки племенной ценности быков наблюдалось тогда, когда в модель были включены фиксированные эффекты стадо-год отела и месяц отела, а также независимые переменные живая масса при отеле и число дойных дней (BLUP15). Относительно BLUP6, ошибка оценки племенной

ценности быков при использовании этой модели снизилась по удою на 9,4%, по количеству молочного жира на 11,5%. Дополнительное включение в модель возраста при первом отеле не способствовало снижению ошибки.

На точность оценки племенной ценности быков по содержанию жира в молоке включение в модель BLUP живой массы дочерей при отеле, возраста первого отела и числа дойных дней не оказывало никакого влияния.

Таким образом исходя из анализа данных табл.7 можно полагать, что при использовании BLUP15 оценка племенной ценности быков будет наиболее точной (достоверной).

Для характеристики степени точности оценки племенной ценности быков по BLUP15 исходный набор данных был разделен случайным образом на два независимых набора данных. Разделение осуществлялось в пределах стада и года отела дочерей таким образом, чтобы число дочерей у каждого быка в каждой из выборок было равным. В результате такого разделения вместо одного реального быка были получены два фиктивных. Этим быков можно рассматривать как монозиготных близнецов. Генетическое родство между монозиготными близнецами равно 1. Исходя из этого фактическая величина корреляции между оценками племенной ценности "монозиготных" быков была использована в качестве меры точности BLUP15. Чтобы случайная зависимость между числом дочерей у быка и его племенной ценностью не влияла на результаты, быки были разделены на группы по числу дочерей и корреляции были рассчитаны внутри этих групп. Результаты представлены в табл.8.

Таблица 8

Корреляции между оценками племенной ценности быков, рассчитанными по двум независимым наборам данных (BLUP15)

Признак	Число		Корреляция	
	дочерей	быков	парная	ранговая
Удой, кг	<= 14	100	0,692	0,719
	15-49	81	0,868	0,804
	>= 50	65	0,932	0,882
	Общая	246	0,862	0,798
Жир, %	<= 14	100	0,331	0,266
	15-49	81	0,699	0,669
	>= 50	65	0,741	0,693
	Общая	246	0,638	0,553
Жир, кг	<= 14	100	0,665	0,676
	15-49	81	0,854	0,716
	>= 50	65	0,908	0,833
	Общая	246	0,841	0,737

При большом числе дочерей на быка (≥ 50) парная корреляция между оценками племенной ценности быков по удою и количеству молочного жира была 0,91-0,93, ранговая 0,83-0,88. Эти корреляции указывают на высокую точность оценки племенной ценности быков по BLUP15. По содержанию жира в молоке корреляции были, соответственно, 0,74 и 0,69.

Число дочерей у второй группы быков отвечало требованиям, которые определены инструкцией по оценке быков, и в большей мере соответствовало действительному при практической селекции (15-49). Между оценками племенной ценности этих быков парные корреляции были несколько ниже: по удою и количеству молочного жира 0,85-0,87, по содержанию жира в молоке 0,70. Однако они были достаточно высокими, чтобы утверждать о значительной разрешающей способности модели.

Итак, проведенные исследования показали, что включение в модель BLUP эффектов стада, года отела, месяца (сезона) отела, живой массы и продолжительности лактации существенно снижали ошибку оценки племенной ценности быков. В то же время влияние возраста при отеле на точность прогноза генотипа быков было незначительным. Поэтому, как нам представляется, нет необходимости включать этот фактор в модель BLUP. Преимуществом моделей BLUP с эффектом стадо-год-сезон (HYS) является то, что при использовании этих моделей элиминируется влияние не только каждого из этих факторов, но и все взаимодействия между ними. Ошибка оценки племенной ценности снижалась с сокращением периода сезона отела. При этом все же следует учитывать то, что из-за сравнения быков внутри более узкого периода сезона отела потери полезной информации могут быть значительными (23,5%). Эти потери можно избежать, если месяц отела включать в модель BLUP как отдельный фиксированный эффект. Однако в этом случае не будет учтено и элиминировано влияние взаимодействия эффекта месяца отела с эффектом стадо-год отела. Модели BLUP с месяцем отела как независимой переменной менее эффективны. Эффект продолжительности лактации предпочтительнее учитывать в модели. Предварительная корректировка продуктивности на число дойных дней, как это было сделано в настоящем исследовании, не устраняла полностью влияние этого фактора и даже была причиной смещения оценок быков по содержанию жира в молоке. Наименьшая ошибка прогноза генотипа быков была при использовании модели, которая включала случайный аддитивный генетический эффект быка, фиксированные эффекты стадо-год отела и месяц отела, а также живую массу и число дойных дней как независимые переменные (BLUP15). Степень точности модели была достаточно высокой и зависела от числа дочерей на быка. Можно ожидать, что при практическом использовании этой модели BLUP, достоверность прогноза генотипа быков будет на уровне 0,85. Полученная информация и используемый экспериментальный подход могут иметь определенное значение в практической селекции при оценке племенной ценности быков по качеству потомства методом BLUP.

2.1.1.3. Разработать статистическую модель и исследовать эффективность оценки племенной ценности коров - потенциальных матерей быков методом BLUP

Для оценки племенной ценности коров методом BLUP была разработана следующая статистическая модель:

$$y(ijlm) = s(1) + h(ij) + c(ijm) + e(ijlm)$$

где

- $y(ijlm)$ - предварительно откорректированная на номер лактации, продолжительность лактации, сервис-период и возраст при отеле продуктивность $ijlm$ -ой коровы;
- $s(1)$ - случайный аддитивный генетический эффект 1-го отца (= 1/2 генетической ценности);
- $h(ij)$ - фиксированный эффект ij -го класса стадо-год-сезона;
- $c(ijm)$ - случайный эффект ijm -ой коровы внутри i -го стада к 1-ого отца;
- $e(ijlm)$ - случайная ошибка, ассоциирующаяся с продуктивностью каждой коровы.

Различные лактации рассматривались как один неоднократно измеренный признак (модель повторяемости). Корова оценивается внутри стада. Но так как у нее несколько лактаций, то она фигурирует в нескольких классах стадо-год-сезонов.

Использование разработанной модели позволяет рассчитать три критерия для селекции коров:

- генетический эффект самой коровы (Cg);
- племенную ценность (BV), учитывающую аддитивный генетический эффект отца;
- продуктивную способность (PPA), прогнозирующую продуктивность коровы в последующие лактации.

Генетический эффект одной коровы (Cg) рассчитывался по формуле:

$$\hat{Cg} = \frac{0,75 \cdot H}{(r - 0,25 \cdot H)} \cdot \hat{C},$$

где

- \hat{C} - оценка эффекта коровы;
- H - коэффициент наследуемости;
- r - коэффициент повторяемости.

Племенная ценность коровы (BV) рассчитывалась с учетом аддитивного генетического эффекта отца (\hat{As}):

$$BV = \hat{As} + \hat{Cg},$$

где

- \hat{As} - оценка аддитивного генетического эффекта отца (= 1/2 племенной ценности).

Продуктивная способность коровы (PPA), или прогноз продуктивности коровы в последующие лактации, рассчитывалась следующим образом:

$$PPA = \Delta b + \Delta c.$$

Оценки BV являются критерием для отбора коров с целью получения от них реконитного молодняка. Оценки PPA являются критерием для выбраковки коров из стада.

При оценке коров по BLUP были приняты следующие ограничения:

- корова должна находиться только в одном стаде;
- в одной годо-сезоне у коровы должен быть только один отел;
- корова должна обязательно иметь первую лактацию.

Был принят 3-х месячный период сезона отела (январь-март, апрель-июнь, июль-сентябрь, октябрь-декабрь). Коэффициенты наследуемости и повторяемости были 0,25 и 0,40 соответственно.

Данные для исследования эффективности разработанной модели включали информацию о 1301 корове черно-пестрой породы, родившихся за период с 1985 по 1990 г.г. в А/О "Детокосельское". Структура данных дана в табл.9.

Таблица 9

Структура данных

Показатели	N	MIN	MAX
Число			
- стад (ферм)	3		
- коров	1301		
- лактаций	2701		
- лактаций/корова	2,1	1	3
- коров/стадо	434	333	516
- лактаций/стадо	900,3	668	1071
- быков	70		
- быков/стадо	63,3	59	66
- лактаций/бык	38,6		
- дочерей/бык	18,6	1	91
- дочерей/бык/стадо	6,8	1	47
- лактаций/бык/стадо	14,1	1	102

Продуктивность каждой коровы была предварительно скорректирована посредством мультипликативных коэффициентов на номер лактации, продолжительность лактации, сервис-период и возраст при отеле. Корректирующие факторы рассчитывались для каждой фермы отдельно.

В табл.10 дана описательная статистика для удоя, содержания жира и количества жира по исходному набору данных и по данным после корректировки последовательно на номер лактации, продолжительность лактации, продолжительность сервис-периода и возраст при отеле.

Таблица 10

Средние значения, стандартные отклонения (SD) и коэффициенты изменчивости (CV) для признаков молочной продуктивности по исходному набору данных и по данным после последовательной корректировки (n=2701).

Признак	Параметр	Исходный набор данных					Данные скорректированные на				
		исходный набор данных	номер лактации	дойные дни	сервис-период	возраст отела	исходный набор данных	номер лактации	дойные дни	сервис-период	возраст отела
Удой, кг	Средняя	5847	5565	5977	5924	5953	5847	5565	5977	5924	5953
	SD	1010	911	832	816	814	1010	911	832	816	814
	CV, %	17,3	16,4	13,9	13,8	13,4	17,3	16,4	13,9	13,8	13,4
Жир, %	Средняя	3,84	3,81	3,81	3,82	3,83	3,84	3,81	3,81	3,82	3,83
	SD	0,209	0,205	0,203	0,203	0,202	0,209	0,205	0,203	0,203	0,202
	CV, %	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3
Жир, кг	Средняя	224	212	227	226	227	224	212	227	226	227
	SD	39	34	31	30	30	39	34	31	30	30
	CV, %	17,4	16,0	13,7	13,3	13,2	17,4	16,0	13,7	13,3	13,2

Корректировка была более эффективной для удоя и количества жира. Для содержания жира ее эффект был незначительным. Около 90% элиминированной паратипической изменчивости составляли влияния номера лактации и продолжительности лактации. В целом, предварительная корректировка данных способствовала снижению фенотипической изменчивости удоя на 20%, содержания жира в колоке на 3%, количества молочного жира на 23%. При этом средние значения изменились на 1,8, 0,3 и 1,3% соответственно.

В табл. 11 представлены коэффициенты корреляции между скорректированной и фактической продуктивностью коров.

Таблица 11

Фенотипические корреляции между фактической и скорректированной средней продуктивностью коров

Число лактаций	коров	Признак		
		удой, кг	жир, %	жир, кг
1	428	0,826	0,963	0,815
2	356	0,874	0,980	0,852
3	517	0,885	0,977	0,864
По всем коровам	1301	0,863	0,974	0,834

По первотелкам корреляции были 0,826, 0,815 и 0,963 соответственно для удоя, количества жира и содержания жира. По коровам с

2-3 лактациями корреляции были несколько выше. Наиболее вероятной причиной этого могло быть влияние средовых факторов, воздействие которых на продуктивность проявилось в более поздние лактации и которые в настоящем исследовании не учитывались (например, продолжительность сухостойного периода). В целом, по всем анализируемым коровам корреляции составляли 0,863, 0,834 и 0,974 соответственно для удою, количества жира и содержания жира. Представленные корреляции указывают на то, что предварительная корректировка изменила распределение коров. По удою и количеству жира порядок изменился у 14-17% животных, по содержанию жира в молоке у 3%.

Так как истинная генетическая ценность животных неизвестна, то непосредственно измерить эффективность того или иного метода оценки племенной ценности невозможно. Можно только сравнить различные методы с методом, который априори предполагается более точным. С точки зрения теории селекции и статистики метод BLUP считается наиболее обоснованным. Оценки племенной ценности, рассчитанные методом BLUP, имеют минимальную дисперсию ошибки. Поэтому можно полагать, что при прочих равных условиях оценки племенной ценности по BLUP будут с наибольшей вероятностью отражать истинную генетическую ценность животных. Исходя из этого, в качестве меры эффективности BLUP были использованы корреляции между BLUP-оценками и фенотипической продуктивностью коров. Эти корреляции представлены в табл. 12.

Таблица 12
Корреляция между оценками племенной ценности (BV)
коров по BLUP и средней фенотипической продуктивностью

Число		Признак		
лактаций	коров	удой, кг	жир, %	жир, кг
1	428	0,583	0,754	0,606
2	356	0,730	0,848	0,713
3	517	0,737	0,814	0,733
По всем				
коровам	1301	0,673	0,736	0,655

По данным первотелок корреляции составили по удою 0,583, по содержанию жира в молоке 0,754, по количеству жира 0,606. С увеличением числа лактаций на корову коэффициенты корреляции имели тенденцию к повышению. По всем анализируемым коровам корреляции были 0,673, 0,736 и 0,655 соответственно для удою, содержания жира и количества молочного жира. Полученные корреляции указывают на то, что при отборе коров по их фенотипической продуктивности возможные потери в эффективности селекции в сравнении с отбором по BLUP-оценкам могут достигать по удою и количеству жира 26-42%, по содержанию жира 15-25%.

Корреляции между оценками племенной ценности и скорректированной продуктивностью коров показали, что предварительная корректировка сокращала потери в эффективности селекции по удою и количеству жира

до 13-24%, то есть почти в 2 раза.

Представляло интерес рассмотреть взаимосвязь между разными характеристиками коров по BLUP. Эти корреляции представлены в табл. 13.

Таблица 13

Корреляция между разными критериями отбора коров (n=1301)

	Удой, кг	Жир, %	Жир, кг
BV x Cg	0,711	0,677	0,781
BV x PPA	0,928	0,927	0,940
PPA x ABS	0,728	0,891	0,708

Примечание.

BV - племенная ценность;

Cg - аддитивный генетический эффект коровы;

PPA - продуктивная способность;

ABS - средняя продуктивность.

Между оценками племенной ценности и генетическим эффектом коров корреляции были 0,711, 0,677 и 0,781, соответственно для удоя, содержания жира и количества жира. Корреляции свидетельствуют о значительных различиях между этими критериями отбора. BV и Cg по разному классифицировали коров. Эти различия являлись следствием того, что оценки BV включали в себя 1/2 племенной ценности отцов, в то время как в Cg информация о предках не учитывалась. На основании полученных корреляций можно полагать, что при игнорировании информации о племенной ценности отцов возможные потери в эффективности селекции коров могут составлять 22-32%.

Между оценками племенной ценности (BV) и прогнозом продуктивности коров в последующие лактации (PPA) корреляции были достаточно высокими 0,90-0,95. Это и следовало ожидать, так как BV являются частью PPA.

Корреляции PPA с фенотипической продуктивностью коров были 0,728, 0,891 и 0,708 соответственно по удою, содержанию жира и количеству жира. Эти корреляции указывают на то, что при выбраковке худших по фактическому удою и количеству жира коров вероятность ошибки может быть 27-29%, по содержанию жира в молоке - 11%.

Таблица 14

Средние значения и стандартные отклонения (SD) племенной ценности коров с разным числом лактаций

Число лактаций коров	Удой, кг		Жир, %		Жир, кг		
	средняя	SD	средняя	SD	средняя	SD	
1	428	9	187	0,00	0,05	0,9	6,2
2	356	53	238	-0,01	0,06	1,6	7,8
3	517	56	253	-0,02	0,07	0,9	8,6
По всем коровам	1301	40	230	-0,01	0,06	1,1	7,6

В табл. 14 даны средние значения и стандартные отклонения племенной ценности коров.

Средняя племенная ценность по удою и количеству жира была положительная, что свидетельствует о проводимом отборе коров и подборе быков. Различие в племенной ценности коров с 2-3 лактациями и первотелок составило +40 кг молока. Это соответствует интенсивности отбора на уровне, приблизительно, 90%. Таким образом можно полагать, что браковка первотелок по удою составляла около 10%.

В табл. 15 представлены средние значения племенной ценности коров разных годов рождения. Племенная ценность коров 1985 года рождения была приравнена к нулю.

Таблица 15

Средняя племенная ценность коров разных годов рождения

	Год рождения					
	85	86	87	88	89	90
Число коров	132	191	242	344	300	92
Удой, кг	0	+42	+155	+54	+18	+30
Жир, %	0,00	-0,01	-0,05	-0,02	-0,01	-0,02
Жир, кг	0,0	+1,3	+3,3	+1,6	+1,5	+1,9

Результаты по удою и количеству жира указывают на значительный положительный тренд до 1987 года, когда племенная ценность коров была максимальной и составляла +155 кг по удою и +3,3 кг по жиру. После 1987 года средняя племенная ценность коров снижалась и достигла минимального значения в 1989-1990 гг. +18 - +30 кг по удою и +1,5 - 1,9 кг по количеству жира. Так как интенсивность отбора коров по продуктивности была невысокая, то можно предположить, что снижение племенной ценности коров является следствием использования в 1987-89 гг. быков с более низкой племенной ценностью.

По содержанию жира в молоке племенная ценность коров изменялась в противоположном направлении. Это объясняется наличием негативной генетической взаимосвязи количества молока и жира с содержанием жира. Корреляции между оценками по BLUP составляли, соответственно, -0,51 и -0,10.

Коэффициенты регрессии племенной ценности коров на год рождения составили по удою -5 кг/год, по % жира в молоке +0,001 %/год, по количеству жира +0,2 кг/год. Эти регрессии указывают на то, что за период с 1985 по 1990 гг. среднегодовой генетический тренд молочной продуктивности был незначительным.

Итак, разработана статистическая модель BLUP для генетической оценки коров - потенциальных матерей быков. Модель BLUP включала фиксированный эффект совместного влияния стада-года-сезона отела, случайный аддитивный генетический эффект отца, случайный эффект коровы внутри отца и случайный эффект неучтенных факторов. Различные лактации рассматривались как один неоднократно измеренный призм-

нак (модель повторяемости). Для исследования эффективности модели использовали информацию о 1301 корове (2701 лактации) черно-пестрой породы А/О "Детскоевельское". Продуктивность каждой коровы была предварительно скорректирована посредством мультипликативных коэффициентов на номер лактации, возраст при отеле, сервис-период и продолжительность лактации. Корреляции между скорректированной и нескорректированной продуктивностью коров составили 0,863, 0,834 и 0,974 соответственно для удоя, количества жира и содержания жира. Корреляции между оценками генотипа коров и их нескорректированной продуктивностью были для удоя 0,673, количества жира 0,655, содержания жира 0,736. По первотелкам корреляции составляли, соответственно, 0,583, 0,606 и 0,754. Делается вывод, что при отборе коров по их фактической продуктивности возможные потери в эффективности селекции в сравнении с отбором по BLUP-оценками может достигать по удою и количеству жира 26-42%, по содержанию жира 15-25%.

2.1.2. Оптимизация программы селекции айрширских коров для стад совхозов "Новоладожский", "Мыслинский" и "Сортовальский"

Для молочного скота характерна низкая репродуктивная способность. При постоянном размере стада число ремонтных телок, которых необходимо вырастить, зависит от уровня браковки коров.

Основная цель браковки - удаление из стада низкопродуктивных животных. Окупаемость молочной коровы тесно связана с ее продуктивностью.

Выбраковка низкопродуктивных коров возможна только при высокой норме ремонта. В то же время высокая норма ремонта ограничивает возможность селекции телок от лучших предков.

Стремление продлить продолжительность продуктивного использования коров приводит к более низкой норме ремонта стада. Низкая норма ремонта ограничивает возможности браковки низкопродуктивных коров. Таким образом, проблема заключается в том, чтобы найти баланс между нормой ремонта и уровнем браковки, т.е. оптимизировать программу селекции коров.

Решение этой проблемы зависит от цели разведения коров. Это может быть:

- генетическое совершенствование стада или
- промышленное производство молока.

В первом случае программа селекции должна способствовать максимальному генетическому улучшению стада. Во втором случае - максимальной молочной продуктивности коров.

Цель настоящих исследований заключалась в разработке программы селекции для племенных стад совхозов "Новоладожский", "Мыслинский" и "Сортовальский", способствующих максимальному повышению генетического потенциала коров. Работа была проведена совместно с сотрудниками лаборатории разведения айрширского скота.

В табл. 16 даны основные параметры стад, для которых разрабатывались программы селекции.

Максимизация генетического прогресса достигалась посредством варьирования уровня браковки первотелок от 0 до максимально возможного.

Моделирование селекционного процесса осуществляли по [7]. Для каждого стада было просчитано 5 вариантов программы селекции.

В табл. 17 даны ожидаемый генетический прогресс и молочная продуктивность коров при разной уровне браковки первотелок.

Таблица 16

Основные параметры трех стад айрширской породы

Показатели	Совхоз		
	Новола- дожский	Мыслин- ский	Сортоваль- ский
Число скотинок	1000	1800	800
Удой первотелок, кг	4890	4600	4635
Коэффициент изменчивости, %	13,6	16,0	16,8
Возраст при первом отеле, мес.	29	28	27
Сервис-период, дн.	117	94	97
Выход телят, %	82	85	95
Выживаемость телят до 12 мес. возраста, %	95	93	97
Живая масса, кг			
- телок в 12 мес.	295	260	270
- коров	530	500	500
Средняя племенная ценность отцов коров, кг молока	250	250	300
% коров, осеменяемых спермой улучшителей	48	45	60

Таблица 17

Генетический прогресс (G) и молочная продуктивность коров при разном уровне браковки первотелок

% браковки по продуктивности	Совхоз					
	Новоладожский		Мыслинский		Сортовальский	
	G	Удой, кг	G	Удой, кг	G	Удой, кг
0	13,2	4863	15,0	4946	19,8	5084
10	15,9	4955	18,1	5045	23,3	5190
20	14,3	4985	16,2	5071	21,4	5214
30	13,8	5041	15,8	5124	20,7	5268
МАХ	9,1(51)	5209	10,4(50)	5270	13,2(61)	5514

Примечание. В скобках дан максимальный уровень браковки по продуктивности.

В табл. 18 представлены варианты программы селекций, обеспечивающие достижение максимального генетического улучшения исследуемых стад.

Таблица 18

Программы селекции коров в племенных хозяйствах айрширской породы

Показатели	Совхоз		
	Новоладожский	Мыслинский	Сортовальский
% отбора по			
- родословной	65,6	67,2	57,4
- 1-ой лактации	90,0	90,0	90,0
Среднегодовое поголовье коров	1080	2060	910
Ремонт стада, %	25	26	26
Число телят/корова	4,0	3,8	3,8
Генерационный интервал	5,2	4,7	4,7
Генетический прогресс, кг/год			
- без учета отцов коров	15,9	18,1	23,3
- с учетом отцов коров	42,7	45,9	64,0
Средний удой, кг			
- отобранные коровы	5130	4940	5140
- фуражные коровы	4950	5040	5190

Расчетный максимальный генетический прогресс по программе

селекции для стада совхоза "Новолодожский" составил, только за счет селекции коров, 15,9 кг, совхоза "Мыслинский" - 18,1 кг, совхоза "Сортовальский" - 23,3 кг молока на корову в год. Оптимальная интенсивность отбора ремонтных телок составила, соответственно, 65,6, 67,2 и 57,4%. Это обеспечивает норму ремонта стада совхоза "Новолодожский" на уровне 25%, совхозов "Мыслинский" и "Сортовальский" - на уровне 26%. Оптимальный уровень браковки низкопродуктивных первотелок во всех трех программах был 10%.

Генетическая эффективность программ селекций была на 18-20% выше, чем при селекции только по происхождению, и на 75-77% выше, чем при интенсивной выбраковке первотелок. Однако удой на фуражную корову был на 3-5% ниже, чем при максимальной уровне браковки.

2.1.3. Оптимизация программы селекции для черно-пестрого скота Нечерноземной Зоны Российской Федерации

Нечерноземная Зона Российской Федерации включает 5 экономических регионов: Центральный, Северо-Западный, Северный, Волго-Вятский и Уральский. В 1991г. были начаты исследования по разработке оптимальных программ селекции для каждого региона. Были разработаны оптимальные программы селекции для Центрального и Северо-Западного регионов. Критерием оптимальности была максимальная прибыль от племенной работы. В условиях экономической неопределенности было принято решение в качестве критерия оптимальности использовать только генетическую эффективность программы селекции. Поэтому цель исследований 1992г. заключалась в разработке программы селекции для Центрального и Северо-Западного регионов на достижение максимального генетического прогресса и разработке оптимальных программ селекции для Северного, Волго-Вятского и Уральского регионов с последующим объединением региональных программ в единую программу селекции черно-пестрого скота Нечерноземной Зоны России.

В табл.19 даны некоторые биологические и зоотехнические параметры популяций.

Факторы, посредством которых достигалась максимизация генетического прогресса представлены в табл.20.

Моделирование селекционного процесса осуществляли по [8]. Для каждого региона на ЭВМ было просчитано 13440 вариантов.

В табл.21 даны варианты программы селекции для черно-пестрого скота, обеспечивающие достижение максимального генетического улучшения, по экономическим регионам и для всей Нечерноземной Зоны.

Расчетный максимальный генетический прогресс по программам селекции для Центрального и Уральского регионов составил 45 кг молока на корову в год, для Северного региона - 42 кг, Северо-Западного - 40 кг и Волго-Вятского - 37 кг.

Таблица 19
Основные характеристики популяций черно-пестрого скота
Нечерноземной Зоны Российской Федерации

Параметры	Регионы				
	Центра- льный	Северо- Западный	Север- ный	Волго- Вятский	Ураль- ский
Случное поголовье, тыс.голов	760	430	70	370	330
Активная часть, %	20	20	30	20	30
Потенциальных матерей быков, %	2	5	6	1	3
Первотелок, %	27	28	30	28	35
Выход телят, %	80	82	79	84	89
Удой первотелок, кг	3300	3150	3160	2900	3120
Стандартное отклонение, кг	660	620	630	580	620
Возраст при первом отеле, мес.	31	32	31	30	30
Межотельный период, год.	1,10	1,05	1,06	1,03	1,04
Число спермодоз для плодотворного осеменения, доз/корова	4,3	4,1	5,6	4,5	4,2

Таблица 20
Значения переменных факторов для максимизации
генетического прогресса

Фактор	Значение
Число отцов быков	2, 4, 6, 8 и 10
% коров активной части популяции, осеменяемых молодыми быками	20, 40 и 60
% коров товарной части популяции, осеменяемых молодыми быками	20, 40, 60, 80 и 100
Число дочерей на прове- ряемого быка	20, 30, 40, 50, 60, 80 и 100
Банк спермы на проверя- емого быка, тыс.доз	10, 20, 30 и 40

Таблица 21

Программы селекции черно-пестрого скота Нечерноземной Зоны России

Показатели	Регионы					Нечерноземная Зона
	Центральный	Северо-Западный	Северный	Волго-Вятский	Уральский	
Случное поголовье, тыс. голов	760	430	70	370	330	1960
Активная часть, %	20	20	30	20	30	20
Использование молодых быков, %	48	48	47	48	47	48
Число:						
- матерей быков	400	230	70	200	220	1120
- отцов быков	8(2)	6(2)	2	6(2)	6(2)	28(8)
- отобранных быков	35	20	5	20	15	95
- проверяемых быков	145	80	25	75	80	405
- ремонтных быков	200	115	35	100	110	560
Дочерей для оценки быка	80	80	60	80	100	80
Банк спермы на быка, тыс. доз	40	40	30	40	40	40
Генетический прогресс, кг/корова/год	45	40	42	37	45	43

Примечание. В скобках показано число голытинских быков.

Обобщенная для всей зоны разведения черно-пестрого скота программа селекции включает:

- отбор 1120 лучших коров для получения 560 ремонтных бычков;
- постановку на проверку по качеству потомства ежегодно 450 молодых быков;
- контрольное осеменение коров спермой проверяемых быков с таким расчетом, чтобы получить 60-100 дочерей на быка (в зависимости от региона);
- накопление от каждого проверяемого быка для долговременного хранения 30-40 тыс. доз;
- ежегодный отбор по результатам проверки потомства 95 быков-улучшателей;
- отбор из 95 быков-улучшателей 20 отцов-быков с наивысшей оценкой племенной ценности для осеменения их спермой матерей быков;
- осеменение 30% коров-матерей быков спермой импортных голытинских производителей;
- осеменение 52% коров популяции спермой быков-улучшателей;

Генетический прогресс по программе селекции составил 43 кг молока на корову в год.

2.1.4. Разработать базу данных коров для ЭВМ и создать банк данных по племенным коровам

База данных коров для ЭВМ - это система обработки данных по племенному учету со средствами накопления, хранения, обновления, поиска и выдачи необходимой информации для принятия решения по селекции молочного скота на уровне стада (хозяйства). Она предназначена для компьютеризации первичного учета, производственного и селекционного процессов в конкретном хозяйстве.

Концепция создания базы данных включала в себя следующие элементы:

1. База данных должна быть гибкой и быстро реагировать на изменения экономических условий и племенной политики.
2. Ориентация на специалистов хозяйства (зоотехников и селекционеров). База данных должна предоставлять информацию, необходимую для принятия решения, в понятной для специалистов форме.
3. Ориентация на современные методы селекции. Программное обеспечение базы данных должно базироваться на теории селекции животных, теории обобщенных линейных моделей и экономико-математических методах.
4. Ориентация на максимальную генетико-экономическую эффективность селекции. База данных должна обеспечить специалистов, принимающих решение, такой текущей и перспективной информацией, которая гарантировала бы максимальную эффективность племенной работы.
5. Информация базы данных по хозяйству должна легко трансформироваться и интегрироваться с базой данных по породе.

База данных ориентирована на то, чтобы помочь селекционеру:

- оценить эффективность племенной работы в прошлом;
- эффективно осуществлять оценку, отбор и использование племенных животных в настоящее время;
- разрабатывать оптимальные программы генетического совершенствования стада.

База данных включает в себя 6 файлов входной информации:

- файл "происхождение";
- файл "развитие";
- файл "воспроизводство";
- файл "продуктивность";
- файл "экстерьер";
- файл "паспорт быка".

База данных предусматривает возможность вычисления всех расчетных параметров.

Выходной информацией являются:

- комплексная оценка животного;
- заполненная форма 2-кол.

База данных дает возможность проведения бонитировки и получения

всех таблиц зоотехнического отчета по форме 7-пол. в разрезе ферм и по хозяйству в целом.

База данных ориентирована на работу с ней селекционеров, зоотехников и учитывает принятую технологию обработки информации при племенном и зоотехническом учете.

База данных позволяет работать в режиме диалога с пользователем. База данных не требует специального знания языков программирования, но будущие пользователи базы данных должны иметь навыки работы с ПЭВМ типа IBM PC. Техничко-экономические характеристики базы данных зависят в основном от конфигурации используемой ПЭВМ IBM PC, от объема хранимой информации. При большом объеме информации база данных позволяет архивировать информацию.

Дальнейшее развитие базы данных позволит создавать базы данных по племенным хозяйствам породы, осуществлять их генетический анализ, генетическую оценку быков и коров, разрабатывать оптимальные селекционные программы.

База данных внедряется в А/О "Детскоесельское" на поголовье более 6000 племенных коров.

2.2. Результаты исследований за 1995 год

2.2.1. Возможности селекции молочных и молочно-мясных пород скота по мясной продуктивности

В России крупного рогатого скота мясных пород менее 2%. Более 95% говядины производится за счет скота молочных и молочно-мясных пород. По данным А.Х. Заверухи [9], производство говядины в стране невысокое и составляет не более 65 кг в расчете на одну голову крупного рогатого скота. Широкая голштинизация основных пород (60%) привела к снижению мясной продуктивности скота на 3...5%. Проблема обеспечения населения говядиной усугубляется сокращением численности крупного рогатого скота. За период 1992-1993гг поголовье сократилось на 9,5%, производство говядины - на 14%. Эта тенденция сохраняется и на будущее.

В концепции увеличения производства говядины в России предусмотрено повышение интенсивности использования потенциала мясной продуктивности животных на 30...35% (интенсификация откорма). Но и в этом случае дефицит составит 500...800 тыс. тонн. Восполнить дефицит планируется за счет увеличения численности поголовья специализированных мясных пород. На это потребуются большие материальные ресурсы и длительный период времени. Через 15 лет поголовье мясного скота должно составить около 3,5...4,0 млн голов или 10...15% от общего. Для сравнения, в странах с развитым скотоводством удельный вес мясного скота составляет 39% [10]. Замена части популяции молочного скота на мясной скот (поглодительное скрещивание) может значительно увеличить производство говядины. Но поглодительное скрещивание также длительный и дорогостоящий процесс. К тому же, поглодительное скрещивание приведет к сокращению молочного стада и к снижению производства молока.

Использование свёрхремонтных телок молочных пород для увеличения поголовья мясного скота возможно, но крайне ограничено из-за

низкой воспроизводительной способности коров. Источником дополнительного производства говядины может быть скрещивание худших по продуктивности коров с быками мясных пород. Все потомство от скрещивания идет на откорм. Это приносит быстрый, осязаемый результат при минимальных затратах. Однако эффект от скрещивания однократный, а использование быков мясных пород ограничено уровнем ремонта стада. При селекции первотелок по собственной продуктивности использование быков мясных пород практически невозможно.

В России, где 98% скота молочных и молочномясных пород, представляется естественным и целесообразным наряду с повышением генетического потенциала по молочной продуктивности улучшать мясную продуктивность животных. То есть включить в цель селекции признаки мясной продуктивности. Важнейший из них - масса тела животных, контроль которой осуществляется как на элеверах по выращиванию бычков, так и в хозяйствах. Селекция также займет длительный период времени, но ее воздействие долговременное, кумулятивное и распространяется на все поголовье скота.

В настоящей работе рассматривается только один из многочисленных аспектов проблемы увеличения производства говядины - возможности и методы повышения генетического потенциала молочного скота по мясной продуктивности. Известно, что при искусственном осеменении 60-70% генетического улучшения экономически важных признаков может быть достигнуто за счет оценки, отбора и использования производителей. Поэтому, генетическое улучшение молочного скота по мясной продуктивности целесообразно осуществлять через селекцию быков по живой массе. До настоящего времени в стране нет системы генетической оценки быков по массе тела. В большинстве регионов нет элеваторов по выращиванию и оценке бычков. Быки для племпредприятий отбираются по фактической живой массе в том или ином возрасте. Вместе с тем, воздействие паратипических факторов на изменчивость живой массы составляет 60-90%. Поэтому вероятность ошибок при отборе быков по фенотипическим показателям может быть значительной.

Во многих странах для генетической оценки животных используются процедуры, основанные на методе наилучшего линейного несмещенного прогноза (BLUP). Метод BLUP базируется на линейных статистических моделях смешанного типа. Основное свойство метода BLUP заключается в одновременной оценке всех включенных в статистическую модель паратипических и генетических факторов. Это обеспечивает получение наиболее точных оценок генетической ценности животных. В результате возрастает эффективность отбора животных для следующей генерации, что способствует повышению генетического потенциала.

В данной работе приводятся результаты исследований по применению метода BLUP для генетической оценки быков по собственной живой массе в 12-месячном возрасте и по живой массе потомства; рассматриваются возможные варианты селекции быков по данному признаку и их эффективность; дана взаимосвязь между оценками быков по живой массе и молочной продуктивностью дочерей по BLUP; показано воздействие селекции быков по живой массе на генетическое улучшение скота по молочной продуктивности.

Использовали данные о 179 быках черно-пестрой породы, выращенных на элевере, и о 801 бычке и 577 первотелках ГПЗ "Лесное" Ленинградской области. О каждом быке элевера имели следующую информацию: место, год и месяц рождения, год постановки и возраст при постановке на элевэр, номер отца и живая масса в 12-месячном возрасте. О каждом бычке ГПЗ "Лесное" - год и месяц рождения, номер отца, живая масса при продаже; о первотелке - год и месяц рождения, номер отца, живая масса в 12- и 18-месячном возрасте, год и месяц отела, продолжительность лактации, удой, содержание жира и белка, количество жира и белка.

Бычки из ГПЗ "Лесное" продавались в разном возрасте. Поэтому живая масса при продаже ($W(IJ)$) была трансформирована в живую массу при 12-месячном возрасте ($WT(I)$) по формуле:

$$WT(I) = W(12) + (W(IJ) - W(J)) * SD(12) / SD(J),$$

где

$W(IJ)$ - живая масса I-го быка в J-ой возрастной группе;

$W(J)$ и $SD(J)$ - средняя и стандартное отклонение живой массы быков в J-ой возрастной группе;

$W(12)$ и $SD(12)$ - средняя и стандартное отклонение живой массы быков, относящихся к 12-месячной возрастной группе.

Средние значения, стандартные отклонения и коэффициенты изменчивости живой массы животных в 12-месячном возрасте и молочной продуктивности первотелек представлены в табл. 22.

Таблица 22

Средние значения, стандартные отклонения (SD) и коэффициенты изменчивости (CV) живой массы в 12-месячном возрасте и признаков молочной продуктивности

Признак	n	Среднее	SD	CV, %
Живая масса, кг				
- бычки (элевэр)	179	395	25	6,3
- бычки (ГПЗ "Лесное")	801	397	28	7,1
- телки (ГПЗ "Лесное")	577	313	21	6,7
- бычки+телки (ГПЗ "Лесное")	1378	362	48	13,3
Молочная продуктивность				
(первотелки ГПЗ "Лесное")	577			
- удой, кг		7410	948	12,8
- жир, %		3,78	0,060	1,6
- жир, кг		280	33	11,8
- белок, %		3,34	0,167	5,0
- белок, кг		247	29	11,7
- жир+белок, кг		527	60	11,4

Для анализа компонентов фенотипической изменчивости признаков, оценки наследуемости и племенной ценности животных методом BLUP были использованы следующие статистические модели:

■ собственная живая масса быков в 12-месячном возрасте

$$y = H + Y + SE + A + c + e,$$

где

- y - живая масса быка в 12-месячном возрасте;
- H - эффект хозяйства, в котором родился бык (фиксированный);
- Y - эффект года постановки быка на элеватор (фиксированный);
- SE - эффект сезона при постановке быка на элеватор (фиксированный);
- A - эффект класса возраста быка при постановке на элеватор (фиксированный);
- c - эффект аддитивной генетической ценности быка (рандомизированный);
- e - эффект неучтенных факторов (рандомизированный);

■ живая масса потомства в 12-месячном возрасте

$$y = YB + s + e \quad \dots \text{ по сыновьям или дочерям,}$$

$$y = YB + SEX + s + e \quad \dots \text{ по сыновьям и дочерям,}$$

где

- y - живая масса потомка (бычка или/и телки);
- YB - эффект года-сезона рождения потомка (фиксированный);
- SEX - эффект пола потомка (фиксированный);
- s - рандомизированный аддитивный генетический эффект отца (=1/2 племенной ценности);
- e - эффект неучтенных факторов (рандомизированный).

■ признаки молочной продуктивности первотелок

$$y = YS + bD + bW18 + s + e,$$

где

- y - признак молочной продуктивности;
- YS - эффект года-сезона отела (фиксированный);
- bD - линейная регрессия на продолжительность лактации;
- bW18 - линейная регрессия на живую массу в 18-месячном возрасте;
- s - рандомизированный эффект аддитивной генетической ценности отца (=1/2 племенной ценности);
- e - эффект неучтенных факторов (рандомизированный).

Дисперсионным анализом было установлено, что наибольшее влияние на изменчивость живой массы бычков элеватора оказывали сезон постановки (10,8%) и хозяйства, из которых они поступали, (7,1%). Влияние года и возраста при постановке было на уровне 3-4%. Влияние года постановки было значимо на уровне 88%, остальных факторов - 94-99%.

Дисперсионный анализ отдельно по бычкам и телкам ГПЗ "Лесное" показал значительное влияние совместного воздействия на изменчивость живой массы животных сезона и года рождения - 13%. При сов-

местном анализе бычков и телок было установлено очень сильное влияние пола животных - 72%, влияние сезон-года рождения было 3,5%.

Результаты дисперсионного анализа позволили рассчитать коэффициенты наследуемости анализируемых признаков. Данные представлены в табл. 23.

Таблица 23

Компоненты дисперсии и коэффициенты наследуемости (H) живой массы в 12-месячном возрасте и признаков молочной продуктивности

Признак	Var(s)	Var(e)	H	ошибка
Живая масса, кг				
- бычки	33,4	650,4	0,196	0,086
- телки	11,8	329,3	0,138	0,090
- бычки+телки	22,9	524,3	0,168	0,064
Молочная продуктивность				
- удой, кг	55495	577196	0,351	0,153
- жир, %	0,00028	0,00267	0,380	0,161
- жир, кг	60,9	677,1	0,330	0,148
- белок, %	0,00310	0,02075	0,520	0,198
- белок, кг	27,2	544,4	0,190	0,111
- жир+белок, кг	158,8	2317,3	0,256	0,128

Наследуемость по живой массе составила 0,14...0,20. Коэффициент наследуемости живой массы по бычкам был в 1,4 раза выше, чем по телкам. При совместном анализе он имел промежуточное значение. По удою и количеству молочного жира коэффициенты наследуемости были на верхнем уровне возможных значений (0,330...0,351). В наших исследованиях на расширенном материале (70 хозяйств, 125 бычков, 23343 первотелок со средним удоjem 3824 кг молока) оценки наследуемости были по удою 0,29, по количеству молочного жира - 0,25. Более высокие коэффициенты наследуемости в данной работе являются следствием использования в стаде как высокоценных импортных производителей, так и лучших условий для реализации животными своих наследственных задатков.

Коэффициенты генетической изменчивости живой массы составляли 2,2...2,9%, компонентов молока - 0,9...3,3%, количественных показателей молочной продукции - 4,2...6,4% (табл. 24). Эти данные и оценки коэффициентов наследуемости указывают на то, что по уравню генетической изменчивости, изменчивость живой массы находится в одном ряду с изменчивостью экономически важных селекционируемых признаков молочной продуктивности.

Таблица 24

Фенотипическая ($Var(P)$), аддитивная генетическая ($Var(A)$), паратипическая ($Var(E)$) дисперсии и соответствующие коэффициенты изменчивости ($CV, \%$) живой массы в 12-месячном возрасте и признаков молочной продуктивности

Признак	$Var(P)$	$Var(A)$	$Var(E)$	$CV(P)$	$CV(A)$	$CV(E)$
Живая масса, кг						
- бычки	684,0	133,6	550,2	6,6	2,9	5,9
- телки	341,1	47,2	293,9	5,9	2,2	5,5
- бычки+телки	547,2	91,6	455,6	6,5	2,6	5,9
Молочная продуктивность						
- удой, кг	632691	221980	410711	10,7	6,4	8,6
- жир, %	0,00295	0,00112	0,00183	1,4	0,9	1,1
- жир, кг	738,0	243,6	494,4	9,7	5,6	7,9
- белок, %	0,02385	0,01240	0,01145	4,6	3,3	3,2
- белок, кг	571,6	108,8	462,8	9,7	4,2	8,7
- жир+белок, кг	2476,1	635,2	1840,9	9,4	4,8	8,1

Вариация анализируемых признаков, обусловленная паратипическими факторами, была в большинстве случаев в 2,0...2,5 раза выше генетической. По живой массе она составила около 6%, по количественным показателям молочной продукции 7,9...8,7%. Это свидетельствует о меньших возможностях воздействия на живую массу животных посредством улучшения кормления и условий содержания.

Полученные нами коэффициенты наследуемости были использованы для оценки племенной ценности животных методом BLUP. Так как истинная генетическая ценность животных неизвестна, то непосредственно измерить эффективность того или иного метода оценки племенной ценности (генотипа) невозможно. Можно только сравнить различные методы с методом, который априори предполагается более точным. С точки зрения теории селекции и статистики метод BLUP считается наиболее обоснованным. Оценки племенной ценности, рассчитанные методом BLUP, имеют минимальную дисперсию ошибки. Поэтому можно полагать, что при прочих равных условиях оценки племенной ценности по BLUP будут с наибольшей вероятностью отражать истинную генетическую ценность животных. Исходя из этого, в качестве меры эффективности применения BLUP были использованы корреляции BLUP-оценок с фенотипическими показателями живой массы ремонтных бычков или со средними значениями потомства (бычки, телки и первотелки). Эти корреляции представлены в табл. 25.

Корреляция между племенной ценностью бычков по BLUP и их живой массой в 12-месячном возрасте составила 0,827. Это указывает на то, что оценки по BLUP отличались от фактической живой массы бычков. При использовании метода BLUP неизвестные средовые факторы были одновременно оценены в структуре несбалансированных данных и элиминированы. Поэтому можно полагать, что оценки по BLUP являются более точными критериями для отбора (выбраковки) бычков. Исходя из полученного коэффициента корреляции, вероятность ошибки при

отборе лучших или выбраковке худших бычков по фактической живой массе в 12-месячном возрасте может достигать 17%. Другими словами, при использовании BLUP эффективность селекции бычков можно повысить на 17% по сравнению с отбором по фенотипическим измерениям их живой массы.

Таблица 25

Корреляции оценок племенной ценности быков с фенотипическими показателями

Признак	R
Живая масса	
- BLUP x собственные показатели	0,827 *)
- BLUP x средние по сыновьям	0,601
- BLUP x средние по дочерям	0,635
- BLUP x средние по всем потомкам	0,333
Молочная продуктивность	
- BLUP x средний удой дочерей	0,883
- BLUP x средний % жира дочерей	0,888
- BLUP x среднее кг жира дочерей	0,871
- BLUP x средний % белка дочерей	0,868
- BLUP x среднее кг белка дочерей	0,843
- BLUP x среднее кг жир+белок дочерей	0,857

Примечание. *) 179 бычков. В остальных случаях 29 бычков.

Корреляции между BLUP-оценками производителей по качеству потомства и средним значениям живой массы потомков были: при оценке по сыновьям - 0,601, при оценке по дочерям - 0,635. Эти корреляции свидетельствуют о том, что потери эффективности при селекции производителей только по средним значениям живой массы сыновей или дочерей могут составлять 36-40% в сравнении с отбором по BLUP-оценкам. Потери более значительные, чем при оценке бычков по собственным показателям. Объясняется это тем, что в последнем случае бычки выращивались на элеварах с более стабильными условиями кормления и содержания.

При прогнозе генотипа производителей совместно по сыновьям и дочерям соответствующая корреляция была 0,333. В то же время следует отметить, что корреляция между средней живой массой сыновей и дочерей была 0,807.

Между BLUP-оценками производителей по сыновьям и дочерям корреляция была 0,438. Ожидаемая корреляция составила 0,494. Отношение фактической корреляции к ожидаемой было 0,887. Это отношение указывает на достаточно высокую генетическую связь между прогнозом генотипа быков по сыновьям и по дочерям.

Корреляция между оценками быков по всем потомкам и оценками только по сыновьям была 0,939, с оценками по дочерям - 0,694. Эти корреляции свидетельствуют о том, что информация по сыновьям имела в общей оценке значительно больший вес, чем информация по дочерям.

При использовании BLUP для оценки племенной ценности быков по молочной продуктивности потомства эффективность селекции может быть

повышена, относительно отбора по средней продуктивности дочерей, на 11...16%.

Для сравнения эффективности проверки быков по живой массе сыновей, дочерей и всей потомки были проведены теоретические расчеты. При этом были использованы полученные нами селекционно-генетические параметры. Число потомков на быка варьировало от 5 до 30. Интенсивность отбора быков для всех вариантов была на уровне 80%. Результаты представлены в табл. 26.

Как свидетельствуют данные табл. 26, оценка быков по сыновьям эффективнее, чем по дочерям. Достоверность оценки племенной ценности выше в 1,1...1,3 раза, генетическое превосходство отобранных быков в 1,7...2,0 раза. Вместе с тем имеет место тенденция снижения относительной эффективности оценки быков по сыновьям с увеличением числа потомков.

При использовании всех потомков достоверность оценки племенной ценности повысилась, относительно оценки только по сыновьям, в 1,2...1,5 раза. Однако это не повлекло за собой повышение генетического превосходства. Более того, с увеличением числа потомков до 60 (30 сыновей+30 дочерей) генетическое превосходство быков снизилось на 7%. Возросшая точность оценки племенной ценности не смогла компенсировать более низкую общую генетическую изменчивость живой массы бычков и телок. Как нам представляется, привлечение информации о дочерях для оценки быков по живой массе будет целесообразным только в случае малого числа сыновей. Например, при оценке быков по 10 сыновьям и 30 дочерям генетическое превосходство отобранных быков составил 2,7 кг. При оценке только по 10 сыновьям - 2,4 кг, только по 30 дочерям - 1,8 кг.

Таблица 26

Достоверность оценки племенной ценности (REL) и генетическое превосходство (G) в зависимости от варианта оценки и числа потомков на быка (интенсивность отбора 80%)

Вариант оценки быков		Число потомков					
		5	10	15	20	25	30
- сыновья	REL, %	20	34	44	51	56	61
	G, кг	1,8	2,4	2,7	2,9	3,0	3,1
- дочери	REL, %	15	26	35	42	47	53
	G, кг	0,9	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8
- сыновья и дочери +)	REL, %	30	47	57	64	69	72
	G, кг	1,8	2,3	2,5	2,7	2,8	2,9

Примечание: +) - число потомков удвоено.

При 80% отборе бычков по BLUP-оценкам на основании собственной живой массы генетическое превосходство составило 1,6 кг. В то же время при оценке быков по 10 сыновьям - 2,4 кг, по 30 - 3,1 кг. Для того,

чтобы достичь такого генетического превосходства при селекции только на основании BLUP-оценок по собственной живой массе потребуются повысить интенсивность отбора до 70 и 60% соответственно. Более высокая интенсивность отбора потребует постановки на элеватор большего числа бычков, что в свою очередь повлечет за собой дополнительные материальные и физические затраты. Поэтому использование информации о живой массе тела бычков и телок из племенных хозяйств для оценки производителей по качеству потомства может быть хорошей альтернативой селекции бычков по собственным показателям.

Вместе с тем возможна 2-х этапная и индексная селекция производителей. При 2-х этапной селекции первый этап включает селекцию по собственным показателям на элеваторе, второй - по качеству потомства на основе информации о сыновьях и/или дочерях из племенных хозяйств. 2-х этапная селекция - это отбор быков по независимым границам. Интенсивность отбора на разных этапах может быть различной. При индексной селекции критерий отбора, индекс, объединяет информацию о оценке быков по собственным показателям и по качеству потомства. На основании этого индекса осуществляется отбор быков.

В табл. 27 даны результаты теоретических расчетов по эффективности разных вариантов селекции быков. Допускалось, что браковка быков по живой массе составляет 20% (при 2-х этапной селекции по 10% на каждый этап) и что корреляция между BLUP-оценками по собственной живой массе и BLUP-оценками по живой массе 30 сыновей равна 0.

Таблица 27

Эффективность разных методов селекции быков по живой массе в 12-месячном возрасте

Метод селекции	Генетическое превосходство отобранных быков, кг	Относительная эффективность, %
По собственным показателям	1,6	44
По качеству потомства (30 сыновей)	3,1	86
2-х этапный отбор	2,6	72
По селекционному индексу	3,6	100

При отборе быков по индексу генетическое превосходство быков было максимальным - 3,6 кг живой массы. Относительно индексной селекции, селекция быков по качеству потомства на 14% менее эффективна. 2-х этапный отбор быков уступал по эффективности индексной селекции на 28%, селекции только по качеству потомства - на 14%. Эффективность

селекции только по собственным показателям составила 44% от максимальной возможной при индексной селекции быков.

В табл. 28 даны коэффициенты корреляции между живой массой и молочной продуктивностью, а в табл. 29 - между признаками молочной продуктивности.

Таблица 28

Коэффициенты корреляции между живой массой в 12-месячном возрасте (W) и признаками молочной продуктивности (M), рассчитанные по средним значениям потомства (P) и оценкам племенной ценности (BV) быков по BLUP (n=29)

Признак Живая масса в 12-месячном возрасте

	сыновья	дочери	все потомки
У	0,372	0,159*	0,309
F	-0,584	-0,333	-0,532
FK	0,342	0,132*	0,279
P	-0,120*	0,075*	-0,025*
PK	0,404	0,248*	0,377
FRK	0,377	0,186*	0,328

Примечание. У-удой; F%-жир,%; FK-жир,кг; P%-белок,%; PK-белок,кг; FRK-жир+белок,кг.

* - не достоверно.

Корреляции между средними фенотипическими показателями живой массы потомков быков и средними показателями молочной продуктивности дочерей были отрицательными (94%) и недостоверными (83%). Аналогичные корреляции были между средними по живой массе и оценками племенной ценности по молочной продуктивности. Корреляции только по данным дочерей были также недостоверными. Но оценки племенной ценности быков по живой массе сыновей и всего потомства положительно коррелировали с оценками племенной ценности по количественным показателям молочной продукции. Причем наибольшая корреляция была с количеством молочного белка (0,377...0,404). С содержанием белка корреляции были отрицательными, близкими к нулю и недостоверными, а с содержанием жира в молоке - отрицательными, значительными и достоверными (-0,532...-0,584). Взаимосвязь между племенной ценностью быков по собственной живой массе в 12-месячном возрасте и племенной ценностью по удою была +0,01. После первого этапа отбора корреляция составила +0,09. Таким образом можно считать, что корреляции, в целом, благоприятные для проведения селекции скота по мясной и молочной продуктивности.

Таблица 29

Коэффициенты корреляции между BLUP-оценками быков по молочной продуктивности потомства (над диагональю) и между средними фенотипическими показателями потомства (под диагональю)

Признак	(Y)	(F%)	(FK)	(P%)	(PK)	(FPK)
Удой, кг (Y)	-	-0,848	0,997	-0,685	0,929	0,987
Жир, % (F%)	-0,672	-	-0,811	0,479	-0,845	-0,843
Жир, кг (FK)	0,994	-0,587	-	-0,697	0,919	0,984
Белок, % (P%)	-0,457	0,340	-0,441	-	-0,368	-0,564
Белок, кг (PK)	0,924	-0,597	0,922	-0,084*	-	0,974
Жир+белок, кг (FPK)	0,981	-0,604	0,983	-0,281*	0,977	-

Примечание. * - не достоверно.

Общий характер корреляций между признаками молочной продуктивности, рассчитанных по средним дочерей и по BLUP-оценкам, не изменился. Однако корреляции между BLUP-оценками по абсолютной величине были выше.

Корреляции между BLUP-оценками быков можно рассматривать, с определенной степенью допущения, как генетические. Они были использованы для расчета ожидаемого среднегодового генетического прогресса при селекции быков только по удою и по живой массе и удою. Рассчитывали самый простой для реализации вариант селекции быков. Допускали, что быки оцениваются по живой массе 15 сыновей и 15 дочерей, окончательно отобранными быками осеменяется 75% случного поголовья, суммарный генерационный интервал отцов и матерей коров равен 10 годам. Результаты представлены в табл. 30.

Таблица 30

Влияние интенсивности отбора быков по живой массе на эффективность селекции молочного скота

Вариант	% отбора по			Среднегодовой генетический прогресс					
	живой массе	удою	общий	живая масса	удой, кг	жир, %	жир, кг	белок, %	белок, кг
A*	100	20	20	+0,24	+36,3	-0,0023	+1,2	-0,0058	+0,8
B	80	25	20	+0,41	+35,9	-0,0024	+1,2	-0,0053	+0,8
C	60	33	20	+0,54	+33,5	-0,0024	+1,1	-0,0046	+0,7
D	60	20	17	+0,59	+41,4	-0,0029	+1,3	-0,0059	+0,9

Примечание. В вариантах А, В, С равное число проверяемых быков.

В варианте D число проверяемых быков в 1,7 раза больше.

Вследствии положительной корреляции между живой массой и удоем, при селекции только по удою среднегодовой генетический прогресс по живой массе составит 0,24 кг на одно животное. Отбор быков по живой массе на уровне 80% повысит генетический прогресс в 1,7 раза, на

уровне 60% - в 2,3 раза. Генетический прогресс по удою снизится соответственно на 1,1 и 7,7%. 20% выбраковка быков по живой массе не влияла на генетический прогресс по общему выходу жира и белка. При 40% выбраковке генетический прогресс по общему выходу жира и белка снизится на 5%. Для того, чтобы при 40% выбраковке быков по живой массе сохранить интенсивность отбора быков на уровне 20% необходимо увеличить число проверяемых быков в 1,7 раза (общая интенсивность отбора составит 12%). В этом случае генетический прогресс повысится, относительно варианта А, по живой массе в 2,5 раза, по удою на 14%.

Оценки ожидаемого генетического прогресса были использованы для расчета возможного ежегодного прироста производства говядины (табл. 31). Допускали, что поголовье коров составляет 18 млн., ремонт стада 30%, выход телят 80%, отход молодняка по разным причинам 10%.

Таблица 31

Влияние интенсивности отбора быков по живой массе на увеличение производства говядины

Вариант	Ожидаемый среднегодовой генетический прогресс по живой массе, кг	Ежегодный прирост производства говядины - тыс тонн		Число лет для ликвидации дефицита в 500 тыс тонн
		генетический	фенотипический	
А	+0,24	+3,1	+ 6,2	82
В	+0,41	+5,3	+10,6	47
С	+0,54	+7,0	+14,0	36
Д	+0,59	+7,6	+15,2	33

При принятых допущениях общее поголовье животных на откорме составит 13 млн голов, в т.ч. быков - 6,5 млн, телок - 1,1 млн, коров - 5,4 млн. В зависимости от интенсивности браковки быков по живой массе, общий ежегодный прирост производства говядины может составить 4,4...9,0 тыс. тонн. В последней колонке табл. 31 для наглядности показано число лет, в течение которых мог бы быть ликвидирован дефицит в 500 тыс. тонн, если бы эта проблема решалась только путем селекции быков молочных и молочно-мясных пород по живой массе в 12-месячном возрасте. Следует отметить, что здесь не учтен период времени, течение которого гены отобранных животных распространяются на всю популяцию.

3. ВЫВОДЫ

1. Осуществлена адаптация метода BLUP для оценки генотипа быков по собственным показателям. Методом BLUP оценен генотип 298 быков по живой массе в 12-месячном возрасте, 83 быков по объему и концентрации эякулята. Установлено, что прогноз генотипа быков по собственным показателям методом BLUP будет способствовать повышению эффективности отбора, относительно отбора по абсолютным показателям, на 17-29%.

2. Установлена необходимость включения в модель BLUP при оценке быков по потопству эффектов стада, года отела, месяца (сезона) отела, живой массы и продолжительности лактации. В то же время влияние возраста дочерей при отеле на точность прогноза генотипа быков было незначительным. Поэтому этот фактор не следует включать в модель BLUP.

3. Преимуществом моделей BLUP с эффектом стадо-год-сезон (HYS) является то, что при использовании этих моделей элиминируется влияние не только каждого из этих факторов, но и все взаимодействия между ними. Однако при этом потеря полезной информации может быть значительными (23,5%). Поэтому рекомендуется месяц отела дочерей включать в модель BLUP как отдельный фиксированный эффект. Модели BLUP с месяцем отела как независимой регрессионной переменной менее эффективны.

4. Эффект продолжительности лактации предпочтительнее учитывать в модели BLUP. Предварительная корректировка продуктивности дочерей на число дойных дней не устраняет полностью влияние этого фактора и даже может быть причиной смещения оценок племенной ценности быков.

5. Наименьшая ошибка прогноза генотипа быков была при использовании модели, которая включала случайный аддитивный генетический эффект быка, фиксированный эффект стадо-год отела, фиксированный эффект месяца отела, а также живую массу и число дойных дней как независимые переменные. При практическом использовании этой модели BLUP достоверность прогноза генотипа быков составит 85%.

6. Метод BLUP является чрезвычайно эффективным средством для оценки племенной ценности коров. Потери в эффективности селекции при игнорировании метода BLUP могут достигать 40% и более.

7. Метод BLUP позволяет учитывать при оценке коров племенную ценность их отцов. Учет информации о отце способствует повышению достоверности прогноза генотипа коров до 30% и более.

8. При использовании метода BLUP имеется возможность прогнозировать продуктивность коров в последующие лактации. Этот критерий выбраковки коров из стада на 10-30% эффективнее, чем браковка по их фактической продуктивности.

9. Результаты оценки коров по BLUP могут быть использованы для контроля за эффективностью селекции. Динамика средней племенной ценности коров разных годов рождения указывает на темп и направление генетического тренда в стаде, популяции.

10. Разработаны программы селекции айрширских коров для стад совхозов "Новоладожский", "Мыслинский" и "Сортовальский". Оптимальная

интенсивность отбора ремонтных телок составила, соответственно, 65,6, 67,2 и 57,4%. Оптимальный уровень браковки низкопродуктивных первотелок во всех программах был 10%. Ожидаемый генетический прогресс при реализации программы селекции коров составит в стаде совхоза "Новоладожский" - +15,9 кг, в стаде совхоза "Мыслинский" - 18,1 кг, в стаде совхоза "Сортовальский" - +23,3 кг молока на корову в год.

11. Разработаны программы селекции черно-пестрой породы, обеспечивающие достижение максимального генетического улучшения, для Центрального, Северо-Западного, Северного, Волго-Вятского и Уральского экономических регионов Нечерноземной Зоны России. Реализация программы селекции будет способствовать генетическому улучшению субпопуляций на 37-45 кг молока на корову в год. Программа селекции, обобщенная для всей зоны разведения породы, включает:

- а) отбор лучших 1120 коров для получения 560 ремонтных бычков;
- б) ежегодную постановку на проверку по качеству потомства 450 молодых быков;
- в) накопление от каждого проверяемого быка 30-40 тыс. доз спермы;
- г) оценку быков по 60-100 дочерям;
- д) ежегодный отбор по результатам проверки потомства 95 лучших быков для осеменения 52% коров популяции и 20 отцов-быков для осеменения потенциальных матерей быков;
- е) осеменение 30% матерей быков спермой импортных голштинских производителей.

Генетический прогресс от реализации программы селекции составит +43 кг молока на корову в год.

12. Разработана база данных коров для ПЭВМ, включающая систему обработки данных по племенному учету со средствами накопления, хранения, обновления, поиска и выдачи необходимой информации для принятия решения по селекции молочного скота на уровне стада (хозяйства). Создан банк данных на племенных коров А/О "Детско-сельское" (6000 коров).

13. Обеспечение населения России говядиной собственного производства является серьезнейшей проблемой, которая стоит перед животноводами и учеными. Решить ее возможно только комплексно, используя все ресурсы - от интенсификации откорма до расширенного воспроизводства специализированных пород мясного скота. Молочный и молочномясной скот, поголовье которого в России составляет 98%, имеет достаточную для проведения эффективной селекции генетическую изменчивость по живой массе.

14. Для большинства российских популяций вариант селекции быков по живой массе потомства является наиболее реалистичным и приемлимым. Он не требует больших дополнительных капиталовложений. Необходимы лишь организационные мероприятия по внедрению системы генетической оценки быков методом BLUP. В тех же племенных единицах, где имеются элеваторы по выращиванию бычков, для достижения максимального эффекта селекции целесообразно использовать индекс, включающий информацию о собственной живой массе быка и живой массе его потомства.

15. Уровень отбора быков по живой массе зависит от племенной базы конкретной популяции и материальных возможностей. В некоторых запад-

ноевропейских популяциях комбинированного скота браковка быков по признакам мясной продуктивности достигает 60...70%. Для наших популяций молочного скота на начальном этапе внедрения селекционных программ браковка быков по живой массе на уровне 20...30% представляется реальной и возможной и не приведет к заметному снижению эффективности селекции по признакам молочной продуктивности. Повышение генетического потенциала молочного и молочно-мясного скота по мясной продуктивности, создание необходимых условий для его реализации позволит существенно сократить дефицит в производстве говядины.

4. ЛИТЕРАТУРА

1. Philipsson J., Danell B. Survey of methods for sire evaluation of production traits in 20 countries//IDF/EAAP symposium., Prague, Sep.14-16.1984.12p.
2. Henderson C.R. Sire evaluation and genetic trends. In: Proceedings of the animal breeding and genetics symposium in honour of Dr. Jay L. Lush. ASAS and ADSA. Champaign. Illinois, 1973. P.10-41.
3. Кузнецов В.М. Сравнение результатов оценки производителей по качеству потомства методами СС и BLUP. Генетика. -1988. -Т.XXIV. -№ 6. -с.1121-1129.
4. Кузнецов В.М. Точность оценки племенной ценности производителей методами СС и BLUP// Генетический прогресс в повышении продуктивности сельскохозяйственных животных: Сб. науч. тр. / ВНИИ генетики и развед. с.-х. животных. - А., 1991. -С.9-14.
5. Dommerholt J., Jansen J. Gebruik van mixed-model vergelijkingen. T.B.V. de fokwaardeschatting. Rapport B-170, Zeist, 1981.
6. Кузнецов В.М., Шестиперов А.А., Егорова В.Н., Методические рекомендации по использованию метода BLUP для оценки племенной ценности быков-производителей. - А.: ВНИИРГХ, 1987. -69с.
7. Кузнецов В.М. Математическая имитация селекционного процесса в стаде молочного скота // Генетика. - 1988. - Т.XXIV. -№12. -С.2243 -2252.
8. Кузнецов В.М. Методы повышения генетического прогресса в молочном скотоводстве: Дисс....докт.с.-х.наук. -С.Петербург, 1992. -238 с.
9. Завериха А.Ч. Проблемы увеличения производства говядины в России // Зоотехника. - 1995. - № 1. -С.2-7.
10. Левантия Д. Развитие молочного скотоводства в различных странах // Молочное и мясное скотоводство. - 1995. - № 2. - С. 42-46.

5. ВНЕДРЕНИЕ И ПРОПОГАНДА НАУЧНЫХ РАЗРАБОТОК

Повышение квалификации:

- 19-и дневная стажировка в США по генетической оценке молочного скота;
- защищено 2 докторских диссертаций.

Опубликовано 12 статей:

1. Игнашкина А.А., Кузнецов В.М., Менендес А. Динамика генетической структуры быков черно-пестрой породы Ленинградской области // Вул. ИГРЖ.-С.-Петербург., 1992.-Вып.133.-С.3-5.
2. Мякомына Л.А., Клинец Н.В., Кузнецов В.М. Выбор модели BLUP для оценки быков по собственным показателям // Вул. ИГРЖ.-С.-Петербург., 1992.-Вып.133.-С.12-15.
3. Кузнецов В.М., Клинец Н.В., Мякомына Л.А. Оценка быков по собственным показателям методом BLUP // Вул. ВНИИГРЖ.-С.-Петербург., 1992.-Вып.134.-С.3-5.
4. Шульга Л.П., Кузнецов В.М. Программы селекции для черно-пестрого скота Нечерноземной зоны Российской Федерации // Вул. ВНИИГРЖ.-С.-Петербург., 1992.-Вып.134.-С.5-7.
5. Кузнецов В.М., Князева Т.А. Моделирование селекционного прогресса в стаде красной степной породы // Доклады Россельхоз академии., 1993.-№ 1.-С.82-89.
6. Харитонов С.Н., Сперанский А.Т., Кондрашев А.А., Григорьев Ю.Н., Кузнецов В.М. Принципы построения и использования линейных моделей в животноводстве (методические рекомендации).-М., 1994.-103 с.
7. Кузнецов В.М., Суллер И.А. Дисперсионный анализ живой массы молодняка молочного скота // Вул. ВНИИГРЖ.-С.-Петербург., 1994.-Вып.141.-С.35-37.
8. Кузнецов В.М., Суллер И.А. Селекция быков по живой массе методом BLUP // Зоотехния., 1994.-№ 11.-С.2-4.
9. Кузнецов В.М. Наилучший линейный несмещенный прогноз (BLUP) генетической ценности коров // Генетика., 1994.-т.30.-С.-83. Приложение / Материалы I съезда ВООГС (Саратов, 20-25 декабря 1994г.).
10. Кузнецов В.М. Эффективность различных моделей BLUP для оценки быков по качеству потомства // Сельскохозяйственная биология., 1995.-№ 2. - С.110-116.
11. Кузнецов В.М. Оптимизация программ селекций в молочном скотоводстве // Научная сессия Россельхозакадемии "Пути совершенствования научного обеспечения агропромышленного комплекса Северо-Востока России в рыночных условиях", г. Киров, 4-7 июня 1995г.
12. Кузнецов В.М. Оценка племенной ценности молочного скота методом наилучшего линейного несмещенного прогноза (BLUP) // Тезисы. - Научно-производственная конференция "Научные основы интенсивного развития животноводства". - Беларусь. - Горки. - 1-3 сентября 1995г.