МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПЛЕМЕННОГО ДЕЛА (ФГБНУ ВНИИплем)

На правах рукописи

ТЕРЕНТЬЕВА НЭЛЯ АЛЕКСАНДРОВНА

ГЕНОТИПИЧЕСКИЕ И ПАРАТИПИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПРОДУКТИВНОГО ДОЛГОЛЕТИЯ КОРОВ КРАСНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ МОЛОЧНОГО СКОТА ПРИ ИНДЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ

4.2.5 — разведение, селекция, генетика и биотехнология животных.

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, академик РАН
Иван Михайлович Дунин

п. Лесные Поляны Московской области, 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 8
1.1 Влияние различных факторов на продуктивное долголетие молочного скота 8
1.1.1Результаты исследований отечественных авторов 8
1.1.2Результаты исследований зарубежных авторов 14
1.2Научные подходы к оценке долголетия 19
1.2.1Применение стохастического метода в оценке долголетия молочного скота в странах-членах INTERBULL 21
1.2.2Применение статистического метода в оценке долголетия молочного скота в странах-членах INTERBULL 24
1.3Применение индексной оценки общей племенной ценности с учетом признаков долголетия молочного скота в странах-членах INTERBULL 31
2 МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ 35
3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ. 41
3.1Применение стохастического метода в оценке коров по продуктивности и продуктивному долголетию 41
3.2Применение статистического метода в оценке коров по продуктивности и продуктивному долголетию 48
3.2.1Анализ фенотипической изменчивости продуктивных признаков 48
3.2.1.1Оценка влияния эффектов градаций основных факторов на признаки продуктивности 56
3.2.2Анализ фенотипической изменчивости признаков продуктивного долголетия 69
3.2.2.1Оценка влияния эффектов градаций основных факторов на признаки продуктивного долголетия 75
3.3Оценка эффективности селекции молочного скота по продуктивному долголетию при индексной оценке 91
3.3.1Эффективность биометрических моделей 91
3.3.2Оценка наследуемости и взаимосвязи признаков продуктивности и продуктивного долголетия 94
3.3.3 Моделирование селекционного процесса при индексной оценке 99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 108
ВЫВОДЫ 111
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ 112
ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ 113
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 115

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Тема исследования продуктивного долголетия коров отечественной красно-пестрой породы молочного скота и ареала разведения в различных природно-климатических зонах Российской Федерации, повышение конкурентноспособности за счет увеличения сроков хозяйственного использования коров является приоритетным направлением, обозначенным в Программе селекции молочного скота красно-пестрой породы на период 2021-2030гг. Селекционной программой ставится задача по увеличению численности маточного поголовья созданных Енисейского, Воронежского, Приволжского внутрипородных типов на 5%, продуктивности до 8000 кг молока, содержания жира — 3,90%, белка — 3,30% в целом по породе [22].

Выбор темы исследования обусловлен позитивным опытом стран Северной Европы (Швеция, Норвегия, Дания, Финляндия) в селекции молочного скота на основе экономического моделирования (селекционный индекс NTM) продемонстрировавшего наиболее оптимальный баланс между продуктивностью, воспроизводством и здоровьем для достижения наилучшей рентабельности производства молока.

Широкомасштабная голштинизация отечественного молочного скота, создание новых селекционных достижений интенсивного молочного типа, в т.ч. и красно-пестрой породы выявило, что повышение уровня молочной продуктивности коров на основе традиционной селекции не обошлось без снижения уровня их продуктивного долголетия. В этой связи решение данной проблемы представляет большой научно-практический интерес и определяет актуальность проведенных исследований.

Степень разработанности темы исследований. Оценке продуктивного долголетия коров и племенной ценности быков-производителей по долголетию дочерей в отечественной селекционной практике не уделялось должного внимания. Традиционная селекция учитывала, прежде всего, молочную продуктив-

ность, экстерьер молочного скота. Параметры же здоровья, долголетия, начали первыми успешно использовать в селекционных индексах страны Северной Европы. Это позволило вывести местные породы молочного скота в абсолютные лидеры по генетическим показателям здоровья и продуктивного долголетия коров. Впоследствии, североевропейская модель стала активно использоваться в различных модификациях и в странах-членах INTERBULL. В отечественном молочном скотоводстве с ростом уровня молочной продуктивности также обозначилась тенденция снижения воспроизводительных способностей, продуктивного долголетия молочных коров.

Цель и задачи исследований. Цель работы заключалась в изучении возможности введения в селекционной процесс с красно-пестрой породой молочного скота дополнительного признака — продуктивного долголетия и определении главных селекционно-генетических параметров для оценки коров по комплексному индексу общей племенной ценности по продуктивному долголетию и продуктивности с учетом экономических значений составляющих признаков. В связи с этим были поставлены следующие задачи:

— определить признаки продуктивного долголетия коров красно-пестрой породы молочного скота;

— изучить влияние паратипических и генотипических факторов в фенотипической вариации показателей продуктивного долголетия коров красно-пестрой породы молочного скота и продуктивности;

— рассчитать оценку наследуемости и генетические корреляции признаков продуктивного долголетия коров красно-пестрой породы молочного скота и продуктивности;

— определить эффективность селекции коров красно-пестрой породы при комплексной индексной оценке общей племенной ценности по продуктивному долголетию и продуктивности с учетом экономических значений составляющих признаков.

Научная новизна работы: Новизна работы заключается в научно обоснованной возможности использования и впервые апробированной в системе оценки

племенной ценности молочных коров отечественной красно-пестрой породы комплексного индекса общей племенной ценности по продуктивному долголетию и продуктивности.

Теоретическая и практическая значимость работы. В результате проведенных комплексных научных исследований выявлены и предложены оптимальные методические подходы в селекции отечественной красно-пестрой породы молочного скота позволяющие повысить ее продуктивное долголетие. Полученные результаты позволяют рекомендовать селекционным центрам по породам молочного скота проводить селекцию коров на основе комплексного индекса общей племенной ценности по молочной продуктивности и продуктивному долголетию с учетом экономических значений признаков.

Методология и методы исследований. В ходе проведения исследований по оценке влияния факторов на продуктивное долголетие по выбывшим коровам красно-пестрой породы использовали:

— статистический метод — многофакторный дисперсионный анализ, метод наименьших квадратов, метод учетверенной внутриклассовой корреляции;

— стохастический метод — функцию распределения Вейбулла;

Оценка эффективности селекции коров красно-пестрой породы по комплексному индексу общей племенной ценности по продуктивности и продуктивному долголетию основана на методике одновременного отбора по нескольким признакам Hazel L.H., Henderson C.H. [124,125,129].

Основные положения, выносимые на защиту:

— оценочные показатели продуктивного долголетия коров красно-пестрой породы Красноярского края;

— анализ фенотипической изменчивости признаков продуктивного долголетия и продуктивности коров красно-пестрой породы Красноярского края;

— анализ выживаемости коров красно-пестрой породы Красноярского края, основанный на концепции функции распределения событий;

— оценка наследуемости и генетических корреляций продуктивного долголетия и продуктивности;

— оценка эффективности селекции коров красно-пестрой породы при комплексной индексной оценки общей племенной ценности по продуктивному долголетию и продуктивности с учетом экономических значений составляющих признаков.

Степень достоверности и апробация результатов исследований. Достоверность представленных результатов научных исследований подтверждается использованием апробированных в мировой селекционной практике методик моделирования селекционного процесса и базируется на больших объемах выборки коров. Материал статистически обработан с использованием компьютерных программ Stat Soft Statistica 10. Основные материалы научно-исследовательской работы прошли апробацию на: международной научно-практической конференции «Современные проблемы зоотехнии», посвященной 75-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, выдающегося ученого в области генетики и селекции Бакай А.В., ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина», г. Москва, 2021г.; XII международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы повышения эффективности племенного животноводства и кормопроизводства», ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», г. Тверь, 2021г.; XIII всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Перспективы эффективного развития племенного животноводства и кормопроизводства в Российской Федерации», ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», г. Тверь, 2022г.; VI международной научно-практической конференции «Научное обеспечение животноводства Сибири», г. Красноярск, 2022г.; на заседании ученого совета ФГБНУ ВНИИплем, МО, п. Лесные поляны, 2022г.

Публикация результатов исследований. По результатам исследований опубликовано 15 научных работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых научных изданиях.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 136 страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, материалов и методики исследования, результатов исследований, заключения, выводов, предложений и списка литературы, который включает 204 источника, в том числе 115 на иностранном языке, содержит 34 таблицы и 3 рисунка.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Влияние различных факторов на продуктивное долголетие молочного скота

1.1.1 Результаты исследований отечественных авторов

Проблемами долголетия молочного скота занимаются многие российские ученые — Абылкасымов Д.А., Аджибеков К.К., Басонов О.А., Валитов Х.З., Делян А.С., Дунин И.М., Дундукова Е.Н., Загороднев Ю.П., Ламонов С.А., Лумбунов С.Г., Петрова А.С., Прожерин В.П., Сударев Н.П., Тяпугин С.Е., и многие другие. Изучая влияние различных факторов на продолжительность жизни молочного скота, признак продуктивного долголетия коров авторы определяют по-разному: как возраст коровы в лактациях, в отелах или годах [3,8,9,11]; как разница между датой выбытия и датой рождения животного и как разница между датой первого отела и датой выбытия в днях или месяцах [44,65]; как общее количество дойных дней [8,65]; как удой в расчете на 1 день жизни животного или в расчете на 1 день продуктивно-хозяйственного использования [28,45,53]; как пожизненный удой в кг, как пожизненный выход жира и белка кг [24,28]. Но, несмотря на заявления авторов о важности племенной оценки коров по количеству произведенной молочной продукции за период хозяйственного использования, в молочном скотоводстве РФ отсутствует нормативная база и выработанные стандарты для ее оценки, а традиционная селекция учитывает, прежде всего, молочную продуктивность и экстерьер молочного скота.

Ученые ВНИИ животноводства отмечают, что продуктивность коров на 30% определяется ее наследственностью и на 70% факторами окружающей среды [8]. А продуктивное долголетие на 90% обусловлено влиянием паратипических

факторов и только на 10% генотипическими факторами [53]. По мнению Валитова Х.З. [12] изучение влияния генотипических и паратипических факторов на долголетие коров проводится на малочисленных группах, при этом, зачастую, разные исследователи получают противоречивые результаты, что не позволяет эффективно использовать их на практике.

Из паратипических факторов исследовалась живая масса животных, воспроизводительные качества, уровень и система кормления, уровень молочной продуктивности, морфофункциональные свойства вымени, способы содержания коров, упитанность животных, сезон года отела и рождения, состояние копытец, особенности конституции, экстерьера и другое [1,8,10,11,12,13,14,15,21,25].

Из генотипических факторов отечественными авторами исследовалась породная принадлежность коров, принадлежность к заводским линиям, их сочетаемость между собой, доля крови по голштинской породе, влияние генотипа отца и матери, конституция по типу высшей нервной деятельности, стрессоустойчивость животных, аллели различных локусов групп крови и другое[1,2,3,6,7,8,9,10,24,27].

По мнению практически всех авторов главным воздействующим фактором является уровень молочной продуктивности коров, который неразрывно связан с уровнем кормления и воспроизводительной способностью коров. В ряде исследований установлена отрицательная фенотипическая корреляция среднего удоя с продуктивным долголетием минус 0,563—0,794, то есть, чем выше удои коров, тем короче их продуктивный период [38].Установлено, что при увеличении удоев коров снижаются энергетические расходы питательных веществ рациона на поддержание жизнедеятельности организма животного, корреляционный анализ, проведённый Рудишиной Н.М. [63], выявил отрицательную корреляционную связь минус 0,45 между продолжительностью срока хозяйственного использования коров и уровнем удоя за первую лактацию. В исследованиях Валитова Х.З. [13] между средним удоем и продолжительностью полезно-хозяйственного использования коров коэффициенты корреляции установлены в пределах минус 0,18—0,29, а в исследованиях Басонова О.А. [8] минус 0,28—0,34. Но при этом, с увеличением возраста проявления наивысшей лактации у коров увеличиваются

как удои в среднем за лактацию, так и продолжительность продуктивного использования. Коэффициент корреляции между возрастом проявления наивысшей продуктивности и продуктивным долголетием коров импортных пород составляет 0,10—0,14, отечественных 0,32—0,49, а с удоями в среднем за лактацию соответственно 0,63—0,69 и 0,27—0,45 [13]. В исследованиях Руденко О.В. [65] удой за первую лактацию имеет слабую положительную связь с пожизненной продуктивностью 0,30 и продолжительностью жизни 0,17, а удой на 1 день жизни тесно связан с продуктивностью коров за первую лактацию 0,49. Из-за более интенсивного обмена веществ высокоудойные коровы чувствительны даже к незначительным нарушениям условий содержания. В связи с этим в хозяйствах, добившихся высокой молочной продуктивности, животные выбывают из стада в самый продуктивный период по причинам своей непригодности для дальнейшего использования ввиду нарушения воспроизводительной функции, различных заболеваний и травм [9,10,13].

Рост молочной продуктивности, сохранение здоровья и продолжительность срока использования коров в стаде на 60—70% определяет полноценное сбалансированное кормление [47,62]. Выявлено, что увеличение уровня кормления более 4400 ЭКЕ на корову в год способствует увеличению удоев животных в среднем за лактацию, но приводит к сокращению периода продуктивного использования [11]. Исследования продуктивного долголетия коров на разных уровнях кормления показали, что при увеличении питательности годового рациона на 1000 ЭКЕ по сравнению с базовым, увеличивается удой коров более чем на 30%. Но с увеличением нагрузки на организм животных сокращается продуктивный период до 26%. При этом большое значение играет тип кормления, который обусловлен долей определенных кормов в рационе [13,47].

Наряду с кормлением и продуктивностью за лактацию главным воздействующим фактором для долголетия является воспроизводительная способность коров [16]. По результатам исследований М.Н. Лапиной [49] основные причины выбытия скота молочных пород это гинекологические заболевания. Установлено достоверное влияние длительности сервис-периода на продуктивное долголетие и

пожизненный удой, отрицательная корреляционная связь между средним значением сервис-периода и продуктивным долголетием составляла минус 0,02—0,12 [1,2,4,6,16]. Так же на продуктивное долголетие коров влияет легкость отела и относительная масса плода независимо от породной принадлежности. Между массой плода и продолжительностью продуктивного периода есть отрицательная корреляционная связь минус 0,193—0,363[16].

По мнению многих авторов, различные заболевания животных, в том числе вымени, ног и копыт стоят на четвертом месте. Причина заболевания конечностей зависит от твердости копытцевого рога и формы копыт. Выявлена положительная корреляционная связь 0,76—0,89 между продолжительностью продуктивного использования коров и формой копытец [12].

А низкая интенсивность молокоотдачи зачастую становится причиной мастита и преждевременного выбытия животного из стада, хотя коэффициенты корреляции в проведенных исследованиях Валитова Х.З. и Руденко О.В. [11,65] составляют всего минус 0,09—0,1. Биометрический анализ показал, что между индексом вымени, продолжительностью продуктивного периода и уровнем молочной продуктивности существует положительная корреляционная связь 0,39—0,84 соответственно. Емкость вымени и молочная продуктивность коров имеют положительную корреляцию 0,39—0,68, но при одинаковой емкости вымени от коров разных пород получают разный уровень молочной продуктивности за лактацию [11].

Изучалось влияние на продуктивное долголетие способа содержания привязное и беспривязное, как голштинизированных так и чистопородных животных. По результатам исследований Петровой А.С. [60] привязный способ не способствует активному моциону животных, что влечет физиологические нарушения организма. Отражаются они на общем состоянии здоровья животных и их воспроизводительной функции. Беспривязное содержание дойных коров при хороших условиях кормления, обеспечивает высокую молочную продуктивность, воспроизводительную способность и долголетие.

Интенсификация молочной отрасли позволила значительно уменьшить воз-

раст первого отела за счет скороспелости телок, однако этот факт отражается на качестве жизни животных, поскольку не всегда достаточная живая масса для осеменения свидетельствует о зрелости репродуктивных органов. В исследованиях Лапиной М.Н. [49] наибольшая продолжительность жизни и пожизненная продуктивность были у коров, первый отел которых проходил в возрасте от 25 до 30 месяцев. Дальнейшее увеличение возраста первого отела от 31 до 35 и более месяцев приводит к незначительному сокращению продуктивного долголетия, а животные, отелившиеся в возрасте менее 23 месяцев, продуктивно использовались всего 1,25 лактации. Исследования зависимости пожизненного удоя от живой массы первого отела дают противоречивые результаты, по результатам исследований на долголетие молочного скота в большей степени влияет возраст, а не живая масса при первом отеле [48]. Живая масса коров при первом отеле и признаки продуктивного долголетия имеют положительную корреляционную связь 0,24—0,52; с пожизненным удоем 0,32—0,43; с удоем на 1 день жизни 0,27—0,46 [33].

По мнению Бакаевой Л.Н. [6] одним из важнейших генотипических факторов, влияющих на продуктивное долголетие, является породная принадлежность молочных коров. Многие ученые признают, что животные разных пород, а в пределах одной породы животные разных линий и семейств, характеризуются неодинаковой продолжительностью хозяйственного использования. В исследованиях Титовой С.В. [76] самым продолжительным сроком продуктивного использования и высоким пожизненным удоем характеризовались потомки чистопородных быков красно-пестрой породы. Вследствие короткого продуктивного периода, несмотря на высокую продуктивность по первой лактации, от дочерей чистопородных быков голштинской породы получен самый низкий пожизненный удой. С повышением кровности по голштинской породе снижалось продуктивное долголетие и, как следствие, снижался пожизненный удой. Фактически все авторы, занимающиеся вопросами использования генотипа голштинского скота для совершенствования всех отечественных пород молочного направления, сходятся во мнении, что данный прием является основной причиной сокращения продолжительности использования животных [2,3,6,9,10,13,20,24,35,38,53].

По результатам исследований Абрамовой Н.И. и Тяпугина С.Е. [3,72] влияние быков-производителей на продуктивное долголетие коров достаточно сильное. А сравнительный анализ показателей возраста выбытия дочерей быков, из разных стран мира, проведенный Абрамовой Н.И. [3] показал, что дольше всех в стаде используются потомки отечественных производителей. Следовательно, отечественные быки несут в своем генотипе хорошие адаптационные качества и устойчиво передают их потомству. При отборе быков-производителей с целью получения потомства с хорошим здоровьем важна не страна происхождения, а племенная ценность быка по селекционируемым признакам. Коэффициент корреляции степени кровности по голштинской породе с возрастом выбытия в лактациях отрицательный и составляет минус 0,36, а с пожизненной продуктивностью минус 0,41 . Следовательно, повышение кровности по голштинской породе ведет к снижению продуктивного долголетия [3]. Кириенко Н.Н. [34] провел комплексные исследования по изучению продуктивного долголетия коров красно-пестрой породы, выведенного с участием красно-пестрых голштинов. По его данным, коровы с кровностью более 50 % по голштинской породе имели более высокую молочную продуктивность. Однако по долголетию и пожизненной продуктивности они уступали полукровным животным на 1,0-1,6 лактаций.

В преобладающем большинстве исследовательских отечественных работ оценки влияния различных факторов рассчитывались на небольшом поголовье, многофакторный анализ не применялся, при этом влияние средовых факторов и различия в технологиях хозяйств не учитывались, несмещенные генетические оценки параметров в большинстве работ получены не были. Поэтому теоретическая и практическая значимость этих исследований гораздо ниже зарубежных.

1.1.2 Результаты исследований зарубежных авторов

Изучение силы влияния различных факторов на долголетие молочных коров зарубежными учеными, такими как Dematawewa C., Berger P. Haile-Mariam M., Mrode R., Pryce J., Brotherstone S., Roxstrom A., Strandberg E., Short T., Lawlor T., Vollema A., Vukasinovic N. и многими другими проводилось на достаточно большом поголовье в различных странах мира, таких как США, Нидерланды, Франция, Швейцария, Швеция, Канада, Австралия, Великобритания, Ирландия, Новая Зелландия и др., среди разных популяций и пород. Исследования проводились на основании данных о лактациях, полученных по результатам анализа многотысячного и многомиллионного поголовья коров. В результате проведенных исследований были разработаны системы генетических оценок долголетия в молочном скотоводстве, которые более 20 лет успешно используются в индексной оценке общей племенной ценности коров в разных странах-членах INTERBULL, в том числе в селекционном индексе NTM, который включает в себя признаки долголетия, молочной продуктивности, здоровья, роста и развития, фертильности, особенности отелов, здоровье ног и копыт, конституции и темперамента и др.

На первом месте по уровню влияния на продуктивное долголетие зарубежные ученые ставят молочную продуктивность коров. Исследования проблем долголетия молочных коров, проведенных в различных странах, таких как США, Нидерланды, Франция, Швейцария, Швеция, Канада и Новая Зеландия свидетельствуют о высокой корреляции между уровнем продуктивности и долголетием молочных коров. Чем выше была продуктивность коровы, тем ниже был риск ее выбраковки, поэтому генетическая корреляция между молочной продуктивностью и долголетием составляла 0,41, а фенотипическая корреляция 0,30 [127], в других исследованиях генетическая корреляция была отрицательной между продуктивностью и долголетием и составляла минус 0,14. По мнению Dematawewa C.M.B. и Berger P.J. [107] это связано непосредственно только с продолжительностью жизни. В исследованиях Vukasinovic et al. [189] коэффициент генетической корреля-

ции между продуктивностью и долголетием составил 0,34, а фенотипической 0,02. В австралийском исследовании коровы, имевшие высокий удой более 30 л в сутки в первую лактацию, имели более низкую эффективность продолжительности жизни. А самая высокая эффективность была у коров, средняя суточная продуктивность которых была на уровне 25-30 л по первой лактации

На второе место по уровню влияния на продуктивное долголетие зарубежные авторы ставят показатель воспроизводства или фертильность коров, способность производить жизнеспособное потомство. Исследования De Vries A. et al. [110] показали, что опасность выбраковки была больше у коров с коротким сервис-периодом, а причин для выбраковки стельных коров было в 3—7 раз меньше. Между продолжительностью сервис-периода и долголетием коэффициент генетической корреляции был отрицательный и составлял минус 0,13, а фенотипический 0,03. Между продолжительностью МОП и долголетием коэффициент генетической корреляции составил минус 0,33—0,44, а между количеством осеменений на одно плодотворное до минус 0,25. Так же было выявлено, что коровы, полученные от коров-матерей, поздно осемененных и имеющих очень большой сервис-период и длинные по времени лактации, имели проблемы со здоровьем, которые приводили к более ранней выбраковке их дочерей. Авторы установили, что у не стельных коров больше шансов быть выбракованными, чем у стельных, а интервал между отелами имеет отрицательную корреляцию с долголетием [93]. Так же в других исследованиях [96,142,150] авторы пришли к выводу, что фертильность имеет высокую взаимосвязь с долголетием и риск выбраковки увеличивается с увеличением кратности осеменений на одно плодотворное. У коров, которых потребовалось осеменять 4 раза для получения плодотворного результата, вероятность выбраковки составила в 1,2 раза выше, чем у коров, которым потребовалось 2 осеменения на одно плодотворное. Так же было определено, что у животных, которые были плодотворно осеменены в впервые 90 дней после отела вероятность забоя в 1,19 раз ниже, чем у коров, впервые плодотворно осемененные через 120 дней после отела. Было выявлено, что у не стельных коров в 1,15 раз больше шансов быть выбракованными, если сервис-период у них превышал 150 дней, по

сравнению с коровами у которых сервис-период составлял до 120 дней [144]. В исследованиях Holtsmark M. et el. [131] было установлено, что длительный интервал между отелом и первым осеменением не обязательно имел отрицательное влияние на продуктивную жизнь. На причину выбраковки влияла только бесплодность коровы по результатам многократного осеменения.

На третье место по силе влияния на продуктивное долголетие многие авторы ставят нарушение здоровья у коров. Анализ показал, что основными причинами выбраковки являются аборты, трудность отелов, молочная лихорадка, задержка последа, кетоз, мастит, кистоз яичников, опорно-двигательные расстройства, травмы сосков и нетравматические заболевания вымени [137]. Исследованиями De Vries F. et al. [110] выявлено, что трудные отелы увеличивают опасность выбраковки и снижают продолжительность жизни. Коровы, у которых были двойни при отеле, имели риск выбраковки на 23—46% выше, чем коровы, у которых был одноплодный результат отела, причем этот риск возрастал у первотелок. Sewalem A. et al. [176] установили, что коровы, отелившиеся с помощью жестких подтягиваний или хирургического вмешательства, имели в 1,92 раза больше шансов быть забитыми по сравнению с коровами, отелившихся без посторонней помощи. Риск увеличивался в результате отела мертворожденных и крупноплодных телят.

В исследованиях Neerhof H. et al. [158], обнаружилась отрицательная генетическая корреляция минус 0,4 между устойчивости к маститу и риску быть выбракованными. Так же в исследованиях Roxström A. и Strandberg E. [170] генетическая корреляция между резистентностью к маститу и выбраковкой составила минус 0,53, что означает, что сопротивляемость к заболеванию маститом положительно коррелирует с продолжительностью продуктивной жизни коров. Mrode R. et al. [154] так же получили отрицательную корреляцию между продолжительностью жизни и содержанием соматических клеток, которая составила минус 0,32.

На четвертое место по силе влияния на продуктивное долголетие зарубежные ученые относят фактор экстерьер и конституцию коровы. Признаки экстерьера вымени имели положительные генетические и фенотипические корреляции с продуктивной жизнью [172]. В исследованиях многих ученых между характери-

стиками вымени и долголетием коэффициенты генетической корреляции положительные и составляют следующие значения: по плотности прикрепления вымени 0,26—0,68, по качеству/структуре ткани вымени 0,12—0,47, по глубине вымени 0,021—0,47, по крепости подвесной связки 0,05—0,27, по размещению сосков 0,01—0,66 и по длине сосков 0,14—0,59 [93,104,144,154,169,172,189,191].

Корреляция между характеристиками конституции ног, туловища и долголетием не была столь явной, как между признаками вымени и долголетием в различных исследованиях, но все-таки, оказалась положительной, и имела средние значения. В исследованиях Hansen L. et al. [130] было обнаружено, что у коров, имеющих маленький размер тела, продолжительность жизни была дольше, чем у коров с большими размерами. Wall E. et al. [201] также выявили отрицательную взаимосвязь между ростом, шириной груди, угловатостью и глубиной тела на протяжении первой лактации и долголетием. Buenger A. et al. [96] также получили отрицательную корреляцию между ростом и шириной груди, глубиной тела, шириной таза, серповидными задними ногами с продолжительностью жизни коров. Коровы, с серповидными ногами были также подвержены более высокому риску забоя по результатам исследований Berry D. et al. [97].

Генетические корреляционные связи между долголетием и параметрами экстерьера коров в разных исследованиях составили противоречивые значения: с ростом в холке от минус 0,08 до плюс 0,03; с глубиной корпуса от минус 0,09—0,35; шириной груди от минус 0,41 до плюс 0,05; углом крестца от минус 0,40 до плюс 0,25; шириной крупа от минус 0,18 до плюс 0,23; выраженностью молочного типа от минус 0,25 до плюс 0,23; с углом копыт от минус 0,12 до плюс 0,36; видом сбоку задних ног от минус 0,21 до плюс 0,31 [93,104,144,154,169,172,189,191].

На пятом месте по влиянию на продуктивное долголетие ученые ставят фактор изменение размера стада. Sewalem A. et al. [178] установили, что в ежегодно сокращающихся стадах животные подвергались более высокому риску выбраковки по сравнению с коровами из стабильных стад. Samoré A. et al. [174] получили те же результаты, ежегодное сокращение стада на 15—50% давало на 23% более высокий уровень выбраковки, чем в стабильных стадах. Стада, увеличи-

вающиеся в размере на 15—50 %, и стада, увеличивающие размер более чем на 50 % в год, приводили к снижению уровня выбраковки от 8 % до 12 % по сравнению со стабильными стадами, соответственно.

Безусловно, на продуктивное долголетие влияют так же условия содержания и кормления. Buenger A. et al. [96] установили, что коровы, которых содержали в коровниках с соломенной подстилкой, имели значительно более высокую продолжительность жизни, чем коровы, которых содержали на резиновых матах. А было это привязное содержание или беспривязное не имело значения. Ahlman T. et al. [91] выявили, что коровы в органических стадах оставались гораздо дольше по времени, имели хороший уровень плодовитости, хотя и более низкую продуктивность, чем коровы в традиционных стадах. Низкая продуктивность коров в органических стадах, в основном, была за счет рациона, который состоял в большей степени из естественных для животных грубых кормов, и содержал больше клетчатки, но меньше энергии, чем рационы коров обычного производства молока, которым скармливали отходы пищевого производства богатые энергией и протеином.

Большое влияние на продуктивное долголетие так же оказывает скорость молокоотдачи и пригодность к машинной дойке коров. Cue R. et al. [99] нашли положительную корреляцию между скоростью доения и выживаемостью, темпераментом и выживаемостью. Коэффициент генетической корреляции между темпераментом и долголетием составлял 0,38, а между скоростью молокоотдачи и долголетием 0,52.

Зарубежными учеными изучалось влияние на продуктивное долголетие и возраста первого отела коров. В исследовании Gill G. and Allaire F. [118] установлено, что генетическая корреляция между возрастом первого отела и средним возрастом коров в стадах была слабо отрицательной. Кроме того, сезон первого отела и живая масса первого отела так же влияли на продуктивное долголетие коров. В турецком исследовании Tekerli M. and Koçak S. [185] было установлено, что коровы, имеющие первый отел весной, имели более высокие и продолжительные лактации, но более низкую фертильность.

В результате анализа полученных данных главные воздействующие факторы были использованы как основные эффекты при моделировании селекционного процесса по долголетию коров и использовались в генетических оценках и селекционных комплексных индексах общей племенной ценности. А признаками долголетия в странах-членах INTERBULL были определены такие показатели как количество дойных дней или общее количество дней с даты первого отела [106,178,191,193]; месяцы или года с даты первого отела [188,192,194,196]; периоды, выраженные в днях или лактациях [98,97]. При этом в некоторых оценках, для коров были установлены максимальные значения признаков для оценки, например за одну лактацию учитывается не более определенного количества дойных дней, либо за всю жизнь не более определенного количества лактаций, а более продолжительный продуктивный период коров приравнивался к установленным макисмальным значениям.

1.2 Научные подходы к оценке долголетия

Существуют две позиции для объяснения вариабельности продолжительности жизни. Это гипотеза гетерогенности и гипотеза стохастичности. Третий источник обусловлен вариацией условий внешней среды, задача состоит в том, чтобы определить вклад каждого из этих явлений в общий итог продолжительности жизни. [5, 17, 26, 29]. Гетерогенность подразумевает вклад генетической составляющей [137], которая рассчитывается с помощью коэффициента корреляции между длительностью жизни родителей и потомков. Впервые такой расчет был выполнен в 1901 г., где коэффициент генетической корреляции составил всего 0,05—0,13 [151]. Низкое значение коэффициента было связано с тем, что прямое сопоставление продолжительности жизни родителей и потомков является не корректным, поскольку речь идет о разных поколениях, живущих в разных условиях. Если сопоставлять продолжительность жизни братьев и сестер, то ко-

эффициент генетических корреляций выше 0,15—0,30 [163], но все равно указывает на низкую наследуемость продолжительности жизни. Эти результаты, были в дальнейшем неоднократно подтверждены. Так, в 1931 г. в исследованиях Pearl R.[163] коэффициент генетической корреляции составил 0,01—0,02, а в работе Philippe P. [164] — 0,101.

Эти факты свидетельствую о том, что индивидуальные различия по срокам жизни имеют в основном негенетическую природу. Демограф Jacquard A. [137] приводит расчеты, согласно которым коэффициент наследуемости продолжительности жизни составляет всего h^2=0,16, и на основании этих расчетов делает выводы, что различия по срокам жизни определяются в основном средовыми, а не генетическими факторами. Аналогичный вывод делает Murphy E. [151].

Согласно другой точке зрения, указанные факты означают то, что аддитивная генетическая компонента общей дисперсии продолжительности жизни мала. Но вариабельность по срокам жизни может быть связана не только с аддитивным действием генов, но и с их взаимодействием между собой [137]. Оценка наследуемости продолжительности жизни на всем возрастном интервале может оказаться грубой, поскольку вклад генетической вариабельности не одинаков на разных этапах онтогенеза [163].

Традиционные методы генетики количественных признаков, и в частности методы оценки наследуемости предполагают разложение общей дисперсии признака на генетическую и средовую компоненты, причем компоненту, связанную с взаимодействием среды и генотипа сложно оценить [136]. Так же многие авторы считают, что вариабельность по срокам жизни существует, несмотря на полное отсутствие средовой компоненты и генетической однородности популяции [42]. Поэтому вариабельность по срокам жизни есть результат процесса выживаемости, для которой нужно использовать в том числе кинетические подходы, а также элементы теории случайных процессов [163]. Таким образом, при анализе продолжительности жизни наряду с двумя традиционными источниками вариации (среда и генотип) следует также учитывать третий дополнительный источник вариации — стохастическую (кинетическую) природу реализации признака.

В качестве признака необходимо рассматривать не продолжительность жизни, а параметры ее распределения [183]. Масштаб дополнительной вариабельности жизни, не связанной ни со средой, ни с генотипом, на основании экспериментальных данных продолжительности жизни достигает 52—73% [171]. Следовательно, сроки жизни во многом определяется процессом многостадийного разрушения организма, и может быть обусловлена тремя причинами: исходной гетерогенностью популяции, включая генетическую гетерогенность, вариацией условий среды и стохастической (кинетической) природой реализации продолжительности жизни [17].

1.2.1 Применение стохастического метода в оценке долголетия молочного скота в странах-членах INTERBULL

Один из перспективных подходов к моделированию выживаемости организмов состоит в использовании методов статистики экстремальных значений [5]. Существует множество математических моделей, описывающих различные механизмы времени жизни человека и животных. В большинстве стран, участвующих в международной системе оценки быков (INTERBULL), для оценки прямого долголетия используется модель выживаемости (PH), основанная на параметрической функции риска Вейбулла. Модель используется для оценки, как живых, так и выбывших животных [109]. Анализ данных о выживаемости основан на использовании моделирования специальных распределений [105]:

Функции выживания S (t) которая дает вероятность того, что животное проживет, по крайней мере, до времени T:

$$S(t)=Prob(T\geq t)=1-Prob(T<1)=1-F(t) \quad (1)$$

где S (t) — это доля животных, все еще живых в момент t.

F (t) — кумулятивная функция плотности вероятности

Функции плотности f(t):

$$f(t)=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\mathrm{Prob}(t\le T<t+\Delta t)}{\Delta t} = -\frac{dS(t)}{dt} \quad (2)$$

это предельная вероятность того, что отказ произойдет между t и Δt.

Функции опасности λ(t):

$$\lambda(t)=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\mathrm{Prob}(t\le T<t+\Delta t|T\ge Tt)}{\Delta t} = \frac{f(t)}{S(t)} = -\frac{d\log S(t)}{dt} \quad (3)$$

это условная вероятность смерти коровы в интервале (t, t+Δt) , при условии, что в момент времени t корова была жива. Все эти функции взаимосвязаны, и каждая может быть получена из другой [152].

Базовая функция риска видоизменяется под влиянием эффектов, которые предположительно влияют на процесс выбраковки, называемые «стрессовые факторы». Модель выживания, в общем виде выглядит как:

$$\lambda(t,x_i) = \lambda 0\ (t)\ \exp(x`\beta), \quad (4)$$

где $\lambda(t,x_i)$ — время опасности для животного i ;

λ0 (t) — базовая функция риска, которая описывает процесс старения животного, зависящий только от времени.

Модель выживания может быть расширена для включения случайных (например, генетических) эффектов. Такие смешанные модели выживания называются хрупкими моделями. Термин «хрупкость» v_m описывает генетический эффект, который мультипликативно влияет на опасность каждого животного или группу животных. Например, опасность для коровы m может быть выражена так:

$$\lambda(t,x_m) = \lambda 0\ (t)v_m \exp(x_m`\beta) \quad (5)$$

где компонент хрупкости (генетический эффект) частично объясняет часть дисперсии, которая не может быть объяснена моделью, содержащей только фиксированные эффекты. Простое преобразование $s_m = \log v_m$ позволяет включить генетический эффект в член exp (x 'β) обычной регрессионной модели. Если z представляет вектор распространения случайного эффекта $s=\{s_m\}$ смешанная модель выживаемости можно записать только как фиксированные эффекты:

$$\lambda(t;\ x,z) = \lambda 0\ (t)\ \exp\{x`\beta+z`s\} \quad (6)$$

Традиционно гамма-распределение было принято для случайного члена v из-за его гибкости и математического удобства [105]

Распределение, прикрепленное к элементам v_q или s_q, когда v_q обозначает генетический эффект или эффект отца, и $s_q = \log v_q$, естественным образом приводит к определению наследственности. Наследуемость признака выживания по логарифмической шкале составляет:

$$h^2_{\log} = \frac{4\,\mathrm{Var}(s)}{\mathrm{Var}\,(\log \mathrm{LPL})} = \frac{4\,\mathrm{Var}(s)}{\mathrm{Var}(s) + \frac{\pi^2}{6}} \qquad (7)$$

$\pi^2/6$ – это дисперсия распределения экстремальных значений, соответствующая дисперсии ошибок в моделях выживания.

Наследуемость по исходной шкале составляет 0,15-0,20. Эти значения обычно выше, чем в логарифмической шкале и, в частности, значительно выше, чем наследуемость, полученная с помощью линейных моделей, которая редко превышает значения 0,10 [106].

Использование моделей выживаемости (PH) в молочном скотоводстве было первоначально предложено Smith S. and Quaas R. [179] и по настоящее время широко используется для анализа функционального долголетия [100,108,142,155,157]. Почти 50% всех участников стран INTERBULL, которые оценивают продолжительность жизни, используют модели PH с моделями животного отца-быка или отца-дедушки по материнской линии, хотя такие страны, как Новая Зеландия, Ирландия, Австралия, Великобритания и США, по-прежнему используют многомерные модели животных или производителей [168].

Однако модели PH предполагают, что выживаемость является одной и той же чертой на протяжении всей жизни, хотя было доказано, что корреляция между продолжительностью жизни в период лактации от 1 до 3 составляет менее 1, что означает, что это не одна и та же черта на протяжении всей жизни.

Модель конкретной коровы, (на примере Франции, Дании, Германии, Италии, Нидерланд, Испании и Швейцарии) выглядит следующим образом:

$$h(t) = h_0(t) * \exp\{\Sigma_m f_m(t) + hys_k(t) + s_i + 0{,}5mgs_j\} \qquad (8)$$

где h(t) – базовая функция риска, описывающая как меняется опасность для всех коров по мере старения этой популяции. Была выбрана параметрическая функция риска Вейбулла;

Σ_m f_m (t) – это сумма фиксированных эффектов воздействия окружающей среды;

$hys_k(t)$ – это случайный эффект стадо-год-сезон;

s_i + 0,5 mgs_j – аддитивный генетический вклад отца и прародителей коровы по материнской линии [106].

Результаты анализа выживаемости выражаются как относительный уровень выбраковки, определяемый как соотношение между предполагаемым риском быть забитым под воздействием определенного средового или генетического эффекта, и средним риском, который обычно устанавливается равным единице.

Чтобы было проще понимание племенной ценности продуктивного долголетия со стороны фермеров, племенная ценность может быть выражена в единицах генетического стандартного отклонения от фиксированного базового значения продуктивного долголетия в днях. Единица стандартного отклонения соответствует примерно 150 дням продуктивной жизни [189].

Таким образом, наследственность в исходной шкале значительно выше, чем наследуемость полученные из линейных моделей, которые редко превышают значение 0,10 [189]. Это указывает на то, что анализ выживаемости действительно дает лучшее описание данных о продолжительности. Следовательно, более быстрый генетический прогресс, может быть, достигнут, если долголетие будет включаться в программы разведения и селекции.

1.2.2 Применение статистического метода в оценке долголетия молочного скота в странах-членах INTERBULL

Статистические методы оценки продуктивного долголетия среди стран-членов INTERBULL, участвующих в международной системе оценки быков, применяются для живых коров. Выживаемость до определенного возраста может быть проанализирована как бинарный признак с помощью линейных или порого-

вых моделей [94]. Для пороговых моделей в разных странах установлены свои критерии по срокам дожития в днях, месяцах или годах.

Ряд исследователей используют линейные модели животных и производителей для оценки выживаемости [100,112,131]. В этих анализах, индикаторами долголетия, является, было ли животное еще живым в определенное время или нет [131,189]. А значение времени преобразуется в признак 0 или 1. Долголетие в этом случае считается бинарным признаком, анализ которого, без учета фиксированных эффектов, основан на модели:

$$y_{ij}(t) = \mu + s_i + e_{ij} \quad (9)$$

где $y_{ij}(t)$ равно 0, если j-е потомство производителя i не живо в момент времени t, и 1 в противном случае; μ – среднее значение по совокупности; s_i– племенная ценность производителя i по бинарной шкале, а e_{ij} – случайные остатки.

Линейное моделирование двоичной выживаемости было применено для канадских голштинов [95], чешских голштинов [202], норвежских красных [131], южноафриканского скота джерсейской породы [112], итальянских голштинов [174] и других [141, 202]. Линейные модели также использовались для анализа выживаемости на основе фактических и прогнозируемых записей, используя в настоящее время имеющуюся информацию [196]. Относительное преимущество линейного моделирования является его относительная простота [95], и как продемонстрированная рядом исследователей [112], ее способность проводить одномерный или многомерный анализ с использованием модели животного, отца, матери или дедушки по материнской линии, что невозможно с моделью PH. Основным недостатком линейных моделей является то, что они делают много ошибочных представлений, что истинное выживание непрерывно и обязательно нормально распределено во времени [174]. Линейные модели менее подходят для анализа бинарных признаков, чем для непрерывных переменных, таких как надои молока, поскольку распределение бинарных признаков является прерывистым и, следовательно, категориальным [203].При выборе базового времени для оценки, теряется много существенной информации. Животные, которые выбраковываются или умирают за день или за год, до начала отчета, обрабатываются одинаково, что

приводит к неверным оценкам отдельных животных [106].

Примером оценки долголетия при помощи линейной модели может служить оценка выживаемости с использованием модели животных с множественными признаками в ЮАР (ZAF) [156]:

Для оценки компонентов дисперсии выживаемости используются две смешанные линейные модели: SM и AM:

$$Y_{ijkl}= hy_{il}+ rhsjl+ (age_k)l+ (prot_k\times rhs_{jl})jl+ (prot_k)l+ (fat_k)l+ sire_{kl}+e_{ijkl}, \qquad (10)$$

где Y_{ijkl} – наблюдение за выживаемостью (0 или 1) в период лактации l(l= 1, 2 и 3) у коровы k, отелившейся в стаде-год i;

hy_{il} – фиксированное влияние стада-года i на лактацию l;

rhs_{jl} – фиксированный эффект подкласса j для статуса реестра × изменение размера стада × сезон отела для периода лактации l;

(age_k /возраст коровы)l – линейная и квадратичная регрессия выживаемости в период лактации l от возраста первого отела (от 17 до 40 месяцев);

($prot_k\times rhs_{jl}$)jl – линейная регрессия выживаемости в период лактации l на подклассах $prot_{kl}\times rhs_{jl}$, где $prot_k$ – нормированное отклонение 305-дневного выхода белка в пределах среднего значения стада за год при первой лактации;

($prot_k$)l+ (fat_k)l – линейная, квадратичная и кубическая регрессии выживаемости в период лактации l при нормированном отклонении 305-дневный удой протеина и жира в среднем за год в первую лактацию;

$sire_{kl}$ – случайный генетический эффект производителя k;

e_{ijkl} – случайный остаток.

Предполагается, что генетические эффекты животных имеют нормальное распределение. Выживание до следующей лактации определяется на основании наличия или отсутствия последующей лактации. Выживание кодируются как бинарный признак — 1, если корова выжила во время этой лактации, и 0, если корова выбыла во время лактации или количество дней между текущим отелом и датой анализа превысил 581 день. Записи от коров, по текущим лактациям, где количество дней между текущей датой отела и датой анализа составляют менее 581

дня, считаются незавершенными и исключаются из анализа. Значение 581 рассчитывается как средний интервал между отелами плюс 3 стандартных отклонения. Считается, что к этому времени у коровы было достаточно времени отелиться, если она все еще находилась в стаде [156].

Модели случайной регрессии RR были впервые предложены Henderson J.at al. [135] и Laird N. and Ware J. [147] для оценки крупного рогатого скота. При моделировании RR двоичные наблюдения (0 = выбраковано, 1 = выжило) назначаются каждой отдельной единице в течение жизни коровы, например, за лактацию или за месяц после первого отела. Линейная регрессия наблюдений рассматриваемого признака по индикаторным переменным выполняется с использованием аддитивных генетических эффектов животных, подобранных как случайные эффекты. Подбор наборов коэффициентов для каждого отдельного случайного фактора (например, аддитивных генетических и постоянных воздействий окружающей среды) позволяет получить оценки соответствующих траекторий [139].Одномерная модель RR может быть расширена до анализа выживаемости и представлена следующим образом [181]:

$$Y_{ijklmno:t} = (YS: Ht)_{ij} + (YSAP: t)_{ikl} + r(a, x, m1)_n + r(pe, x, m2)_k + e_{ijklmno} \quad (11)$$

где $y_{ijklmno:t}$ – n-е наблюдение за k-м животным в момент времени t, принадлежащим i-му фиксированному фактору и j-й группе;

YS – это i-й сезон первого отела;

H – j-е стадо;

A – k-й возраст первой группы отела;

P – l-й уровень продуктивности как отклонение от среднего показателя по стаду в первую лактацию;

$r(a, x, m1)\ k = \sum_{l=1}^{m1} a_{kl}\, x_{ijk:1}$ это обозначение принято для функции RR, где a — обозначает аддитивные генетические эффекты k-го животного, x— являются подходящими ортогональными полиномами (многочленами) времени t после первого отела, a являются коэффициентами RR для аддитивной генетической ценности животного n, pe — коэффициенты RR для постоянного воздействия животного n на окружающую среду, а e_{ijklmn} — остаточный эффект.

Основная идея, лежащая в основе моделей RR, состоит в моделировании аддитивных генетических значений как функции наблюдаемой зависимой переменной с помощью набора случайных коэффициентов. Модели, используемые при генетической оценке животных с помощью RR, включают непрерывные функции для описания фиксированных и случайных эффектов и используются в молочном скотоводстве для оценки производственных [141, 154] и других черт, таких как предрасположенность к маститу и фертильность [101, 186], экстерьер, оценка конституции, конверсия корма [181] и выживаемость [141].

По сравнению, с подходом к анализу данных о выживаемости с использованием линейной модели с несколькими признаками, модели RR имеют преимущество в том, что для объяснения генетической изменчивости продолжительности жизни требуется меньше параметров [194]. Однако практическое применение моделей RR в животноводстве ограничено из-за проблем, связанных с большим количеством оцениваемых параметров.

Примером модели выживаемости в Канаде, где периоды лактаций с 1 по 3 анализируется как отдельные признаки с использованием RR модели животных с множеством признаков, служит следующее уравнение:

$$Y= HY+RHS+AGE+FAT+PROT+PROT\times RHS+A+e \quad (12)$$

где Y — наблюдение выживания для данной лактации (0/1);

HY — фиксированный эффект стада-год отела;

RHS — это фиксированный эффект взаимодействия между статусом в регистре стада, изменением размера стада и сезоном отела;

AGE — представляет собой линейную и квадратичную регрессию выживаемости в зависимости от возраста на момент отела при первой лактации;

FAT — представляет собой линейную, квадратичную и кубическую регрессию выживаемости при нормированном надое жира в первую лактацию, выраженную как отклонение от среднего значения года по стаду;

PROT — это эквивалент выхода белка;

PROT×RHS — линейная регрессия выживаемости по протеину в пределах групп RHS;

A - случайный аддитивный генетический эффект,

e – случайное коррелирующее значение, остаток.

В пороговых моделях TM выживание считается бинарным признаком, как и в линейном моделировании (например, 0 = жив в момент t и 1 = мертв в момент t). TM используется для оценки выживаемости свиней до отъема [102], оценки репродуктивных признаков мясного скота Южной Африки [195] и выживаемости молочного скота [126]. Holtsmark M. et al. [131] оценили выживаемость в пределах первых пяти лактаций у норвежского красного молочного скота. Выживаемость в этом исследовании оценивалась в 1 балл, если корова имела отел k + 1 и 0, если корова была забита в период лактации k; и отсутствует, если корова была забита или если период учета закончился во время лактации k. Животные, выбывшие в тот же день, когда они отелились, были учтены как 1.

Основной принцип пороговых моделей заключается в том, что для того, чтобы наблюдение присутствовало в данной лактации, корова должна пережить все предыдущие лактации. Это означает, что для любого наблюдения на данной стадии животное должно пройти все предыдущие стадии [113], косвенно, метод учитывает то, что произошло на предыдущих этапах, тем самым увеличивая достоверность полученных на его основе оценок.

Этот подход может описать физиологическое или принятое решение на процессы, которые происходят в последовательном порядке, и модель может обрабатывать большие наборы данных. Основным недостатком пороговый моделей является то, что оценки наследуемости, полученные с их помощью, основаны на базовой шкале, однако наблюдаемые фенотипы находятся в том же масштабе, что и для линейных моделей [95]. Хотя модели RR показывают более высокие способности для прогноза общей выживаемости, чем линейные модели, а модель PH относительно лучше, чем модели RR , страны могут использовать любую модель, а именно линейную, либо TM, либо RR или PH, в зависимости от характера и качества данных.

В таблице 1 представлено определение признака долголетия в странах-членах INTERBULL, используемые модели и средовые эффекты, а также коэффи-

циенты наследуемости, полученные на основании используемых моделей.

Таблица 1 — Определение признака долголетия в странах-членах INTERBULL, используемые модели, средовые эффекты, и коэффициенты наследуемости, применяемые для генетических оценок

Страна	Данные	Определение признака	Модели	Средовые эффекты	h^2
AUS	1-7 отелы	В годах, с даты первого отела до 7 отела	AM	HS	h^2= 0,09
BEL	Все отелы	В лактациях	RR	HYS, HSC	h^2= 0,05
CAN	1-4 отелы	В днях, каждая лактация как отдельный признак с продолжительностью не более 305 дней	TM	HY, HSC	h^2= 0,09
CZE	Все отелы	В днях, с даты первого отела	PH	HYS, HSC	h^2= 0,09
DFS	1-5 отелы	В днях, с даты первого отела, каждая лактация продолжительностью не более 365 дней	AM	HYM	h^2=0,04-0,07
FRA	1-5 отелы	В днях, с даты первого отела	PH	HY, HSC	h^2= 0,02
DEU	1-4 отелы	В периодах, всего 9 последовательных периодов выраженные в днях, на которые разделены лактации	PH	HYS, HSC	h^2= 0,12
GBR	1-5 отел	В лактациях	AM	HYM	h^2= 0,06
HUN	1-10 отел	В днях, с даты первого отела	PH	HYS, HSC	-
IRL	1-6 отел	В лактациях	AM	HYS	h^2= 0,018
ISR	Все лактации	В днях, с даты первого отела максимально до 2922 дня	TM	HYS	h^2= 0,011
ITA	Все лактации	В днях, с даты первого отела	PH	HYS, HSC	h^2= 0,09
NLD	Все лактации	В месяцах, с даты первого отела, максимально 72 месяца	AM	HYS, HSC	h^2= 0,09
NZL	1-5 отелы	В лактациях	AM	HYS	h^2= 0,09
POL	Все лактации	В днях, с даты первого отела	PH	HYS, HSC	h^2= 0,17
SVN	1-6 отел	В днях, с даты первого отела	PH	HS	h^2= 0,083
ZAF	1-4 отелы	В периодах, для первой лактации в днях, последующие в периоды измеряются в лактациях	AM	HY	h^2 = 0,02
ESP	1-6 отелы	В днях, с даты первого отела	PH	HYS	h^2 = 0,12
CHE	1-6 отелы	В днях, с даты первого отела	PH	HYS, HSC	h^2 = 0,02
USA	Все лактации	В месяцах, с даты первого отела	AM	H	h^2 = 0,08

Примечания: HYS — комплексный фактор стадо-год-сезон отела, HSC — комплексный фактор изменения размера стада, HS — комплексный фактор стадо-сезон отела, HYM — комплексный фактор стадо-год-месяц отела, H—фактор стадо; AM — линейная модель, RR — модель линейной регрессии, TM — пороговая модель, PH — модель выживаемости;

Здесь и далее: AUS — Австралия, AUT — Австрия, BEL — Бельгия, CAN — Канада, DNK — Дания, FIN — Финляндия, FRA — Франция, DEU — Германия, HUN — Венгрия, IRL — Ирландия, ISR — Израиль, ITA — Италия, NZL — Новая Зеландия, ESP — Испания, SWE — Швеция, CHE — Швейцария, NLD — Нидерланды, GBR — Великобритания, USA — США, CZE — Чешская Республика, DFS — Дания, Финляндия, Швеция, SVN — Словения, ZAF — ЮАР.

Для оценки наследуемости долголетия в странах-членах INTERBULL в линейных моделях используют метод учетверенной внутриклассовой корреляции ($h^2=4r_w$). В зависимости от включенных в модель факторов, а также всевозможных взаимодействий между факторами, влияние которых может быть значительным, оценки наследуемости варьируют в пределах 0,01—0,09.

На различия в оценках наследуемости влияют методы оценивания компонентов фенотипической вариансы: метод Хендерсона (M3), метод максимального правдоподобия (ML), метод ограниченного максимального правдоподобия (REML), метод, основанный на линейной регрессии (R) и т.д. Оценки наследуемости признаков выживаемости различаются в разных моделях. В отличие от оценок, полученных с помощью линейных AM, TM и RR моделей, коэффициенты наследуемости моделей PH выражается в логарифмической линейной шкале, а не в исходной шкале или как эффект наследуемости [204]. Коэффициенты наследуемости на основе линейных моделей вообще ниже, чем у пороговых моделей и моделей выживаемости. Для линейных моделей наследуемость рассчитывается по следующей формуле:

$$h^2 = 4\sigma_s^2/(\sigma_s^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2) \quad (13)$$

где σ_s^2 и σ_p^2 – генетическая и фенотипическая дисперсия;

σ_e^2 – остаточная дисперсия [131].

Относительно высокая экономическая важность продуктивного долголетия оправдывает решение о генетической оценке признака и включения в общую цель селекции разведения молочного скота.

1.3 Применение индексной оценки общей племенной ценности с учетом признаков долголетия молочного скота в странах-членах INTERBULL

В области разработки селекционного индекса и применения комплексной оценки животных значимым событием в 1943 году стала работа Hazel L.N. по

расчету комплексной ценности животных, которую в дальнейшем усовершенствовал в 1963 году Henderson C.H., где выбор оценки признаков обуславливается их относительной экономической значимостью, которая может быть получена с помощью моделирования производственной системы и которая зависит от различий в системах производства и сбыта между регионами, которые могут меняться с течением времени [129,124,125]. Однако широкое распространение комплексной индексной оценки произошло только в последние два-три десятилетия, когда многие страны–члены INTERBULL стали успешно использовать отбор животных на основе селекционных индексов, которые при всем многообразии представляют собой набор одних и тех же показателей (признаков) с похожими или одинаковыми названиями на разных языках, объединенных различными критериями на основе их экономической значимости. Наиболее известные комплексные оценки включающие признаки долголетия это: LPI (Канада) — индекс продуктивности и долголетия, NM$ (США) — индекс пожизненной чистой прибыли; NTM (Швеция, Финляндия, Норвегия) — скандинавский индекс общей рентабельности; ISU (Франция) — комплексный селекционный индекс; RZG (Германия) — индекс относительной племенной ценности; ICO (Испания) — комплексный индекс племенной ценности [74]. В которых цель разведения определяет, какие признаки должны быть улучшены, и какой вес придается каждому признаку в общем индексе. В молочном скотоводстве весовыми коэффициентами обычно являются экономические показатели [121].

Экономическая ценность продолжительности жизни коровы практически во всех индексах основана на экономической выгоде от увеличения показателей выживаемости в пределах лактации, когда процент выбраковки коров снижается, и требуется меньшее количество замещающих телок для сохранения постоянного количества коров в стаде. Показатели выживаемости выражаются по-разному в различных индексах, в абсолютном выражении как дни, месяцы, лактации или года. А общий доход, полученный от коровы, сравнивается с общим доходом в среднем за определенный период либо с доходом от сконструированной переменной — пороговым значением [138,140,145,167,196,188,198].

Примером биоэкономического моделирования может являться скандинавский индекс общей рентабельности (NTM), в котором экономические весовые значения признаков были получены с помощью статической, детерминированной биоэкономической модели молочной фермы. Среднее стадо молочного скота в модели с точки зрения уровня производства и стратегии управления сформировало фон для базовой ситуации, основные цели разведения молочного скота в которой являются: производство молока, производство говядины, фертильность, здоровье, долголетие, конституция и строение вымени. Для моделирования было выбрано фиксированное количество коров в качестве основы для оценки всех признаков равных средним фенотипам. Модель запускалась до и после изменения уровня каждого признака по отдельности, а экономические значения получались путем сравнения прибыли до и после изменения уровня каждого признака. Модель подробно описана в работе Pedersen et al. [167] и доступна для общественности [161].

Однако экономические ценности редко известны без ошибок, поскольку модели для вывода экономических ценностей и значений различных характеристик в будущих производственных системах и на рынках подвержены неопределенности. А рассчитанные экономические весовые коэффициенты не предусматривает различия в производственных условиях хозяйств и регионов, не учитывает социальной и политической ситуации в будущем [123], а так же не включает экологические, социальные и этические аспекты в цели разведения [121,159,162]. Так же эффект взаимодействие генотипа и среды проявляется по-разному в разных средах, следовательно, фенотипы, зарегистрированные в различных средах, имеют меньшую информационную ценность, которая приводит к снижению эффективности отбора и снижают ценность информации [149].

Имеющиеся в отечественной литературе данные о соотношении наследственных факторов и условий эксплуатации коров в формировании высокой пожизненной продуктивности и длительного хозяйственного использования противоречивы и не дают основы для формулирования общего подхода к решению проблемы [84]. Для проведения исследований долголетия коров в РФ использовались

различные подходы и методы, на основании которых были сделаны либо общие выводы о влияние тех или иных факторов, либо предлагались различные оценки показателей полезно-хозяйственного использования коров. Например, Черепанов и др. [84] предлагали для оценки долголетия использовать обобщенный количественный показатель жизнеспособности коров конститутивную резистентность. Титова С.В. [54] считала, что необходимо проводить уточняющую оценку быков-производителей по пожизненному удою их дочерей после третьей лактации. Суровцев В.Н. и др. [69] рекомендовали для оценки ПХИ учитывать все экономические издержки. Ефимова Л.В. [24] проводила оценку быков красно-пестрой породы по продуктивному долголетию, где признаками долголетия являлись показатели ПХИ в днях и пожизненный удой в кг. Небасова Н.В. и др. [23,55,58,67,74] предлагали для отбора быков использовать комплексные оценки по полифакторным индексам, учитывающие различные признаки, в том числе продолжительность ПХИ молочных коров выраженной в годах с даты первого отела, на основании расчетов стандартной передающей способности быка по признаку, включенному в индекс и его относительного весового коэффициентов в общей оценке. Однако общим существенным недостатком предлагаемых оценок в РФ являлось то, что окончательная комплексная оценка, формировалась без учета экономической и полезно-хозяйственной значимости признаков, а также удобства и простоты зоотехнического учета показателей при отсутствии дополнительных стресс-факторов для коров.

2 МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал для исследования долголетия коров красно-пестрой породы Красноярского края, был получен из информационно-аналитической системы «СЕЛЭКС. Молочный скот». Информация включала записи по выбывшим коровам с 2000 по 2003 года рождения включительно из 16 племенных хозяйств Красноярского края.

В исходном файле общее количество животных составляло — 22884 голов, по которым был сформирован файл с информацией: стадо отела, причина выбытия, процент кровности по голштинской породе, процент инбридинга. И данные по каждой лактации: даты отелов, возраст отелов, живая масса после отелов, количество дойных дней, кратность осеменений, продолжительность сухостойного периода и сервис-периода, удой за всю лактацию и за 305 дней, процентное содержание жира и белка в молоке, выход молочного жира и белка в кг.

Исходя из причин выбытия, все коровы были отнесены к девяти группам (таблица 2). Основными причинами выбытия являлись различные заболевания, на первом месте из которых гинекологические, что составляет более 28 процентов в общем количестве. По причине старости выбыло менее 1 процента животных.

Таблица 2 — Причины выбытия коров красно-пестрой породы

Причины выбытия	Количество голов	в %
Гинекология	6445	28,16
Заболевания вымени	4087	17,86
Добровольная выбраковка/продажа	3283	14,35
Болезни ног и копыт	2593	11,33
Прочее/неизвестно	1907	8,34
Нарушение обмена веществ	1801	7,87
Несчастные случаи/травмы	1483	6,48
Инфекционные заболевания	1110	4,85
Старость	175	0,76
Итого	22884	100

Из обсчета были исключены коровы, по которым отсутствовала информация по удою, как по первой лактации, так и по промежуточным лактациям, по ка-

чественным показателям молока — либо их значения составили менее двух процентов или более девяти процентов по жиру и менее двух процентов или более шести процентов по белку. Так же из анализа исключались коровы с диапазонами по возрасту первого отела менее 20 месяцев или более 40 месяцев, живой массе первого отела менее 375 кг или более 660 кг, с количеством дойных дней за одну лактацию более 1000 дней. Для оценки коэффициента наследуемости долголетия, для каждого быка-производителя требовалось иметь минимум 16, 12 и 8 дочерей по первой, второй и третьей лактации соответственно.

Признаками продуктивного долголетия для оценки были выбраны показатели — количество дойных дней, пожизненный удой, пожизненный выход жира и пожизненный выход белка (таблица 3).

Таблица 3 — Средние показатели признаков продуктивного долголетия коров красно-пестрой породы

Хозяйство	Количество коров	Количество дойных дней	Пожизненная продуктивность, кг		
			Удой	Жир	Белок
ОАО ПЗ Красный маяк	1690	1019	16881	664	494
ОПХ Курагинское	180	2110	32559	1411	1034
ЗАО Искра Ленина	479	2206	27371	1098	883
АО Тубинск	534	2160	31550	1329	1008
ООО Тигрицкое	356	2077	23438	892	742
ЗАО Имисское	317	1894	25637	1007	821
ОАО Новотаежное	108	1417	21590	831	642
ЗАО Светлолобовское	1042	1610	21798	864	651
АО ПЗ Краснотуранский	462	1843	32717	1404	985
АО ПЗ Солгон	1764	1355	18746	736	554
ЗАО Назаровское	3030	1198	21980	870	656
ЗАО Марининское	25	2439	29841	1175	886
АО Березовское	345	1883	27042	1109	847
ООО ОПХ Солянское	85	2448	29541	1207	941
АО КСС	1546	1069	17108	672	496
ЗАО Большеуринское	1057	1308	16328	640	479
Всего/среднее	13020	1406	21271	849	641

В оценке продуктивного долголетия на первом этапе исследований применили стохастический метод — функцию распределения Вейбулла для определения уровней опасности стадий лактаций, в которых животные имеют повышенный риск быть выбракованными.

На втором этапе исследований применили статистический метод — провели биометрическую обработку данных, сформировали производственные классы фиксированных эффектов различных факторов, провели GLM-анализ фенотипической изменчивости признаков молочной продуктивности и продуктивного долголетия, оценили эффекты влияния градаций изученных паратипических и генотипических факторов в фенотипической вариации признаков продуктивности и продуктивного долголетия.

На третьем этапе исследований провели оценку ко(варианс), оценку фенотипических и генетических корреляций изучаемых признаков и коэффициентов наследуемости.

На четвертом этапе с помощью коэффициента детерминации определили операционные модели для признаков продуктивности и продуктивного долголетия и оценили эффективность селекции молочного скота при индексной оценке.

Общая схема исследований представлена на рисунке 1.

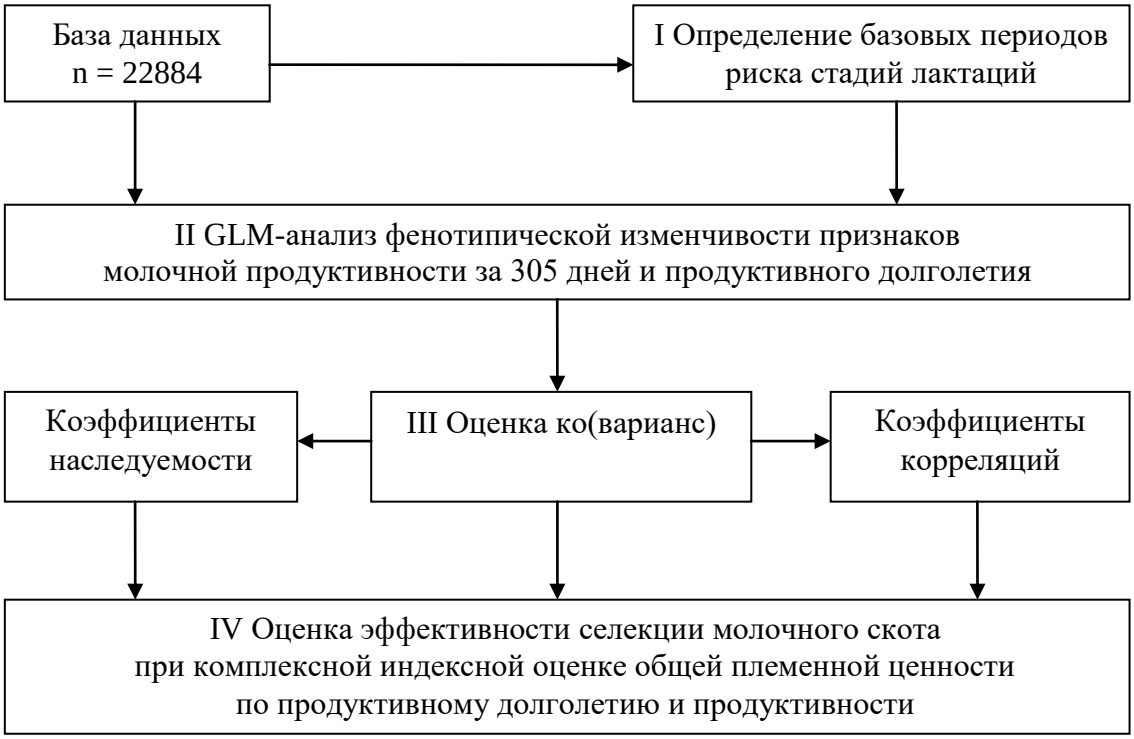

Рис. 1. Схема проведения исследования

Для описания уровней опасности стадий лактаций, в которых животные имеют повышенный риск быть выбракованными после отелов, применили функцию распределения Вейбулла:

$$F(t) = \frac{Pt - Pt_{+1}}{ht}, \quad (14)$$

где F(t) — оценка вероятности выбытия в t интервале, P(t)— кумулятивная доля выбывших объектов к началу t-го интервала, h_t — ширина t-го интервала. На основании отсечения процентилей сформировали производственные классы фиксированных эффектов по количеству дойных дней в лактации, которые использовали в многофакторном дисперсионном анализе для оценки силы влияния фактора продолжительность лактации на признаки продуктивности и продуктивного долголетия. Расчет процентилей проводили по формуле:

$$P(x)=(k-1)\times\frac{1}{(n-1)}, \quad (15)$$

где P(x) — процентиль, k — показатель количества дойных дней в лактации у коровы, n — количество значений k в оцениваемой выборке.

Статистическую обработку данных проводили с помощью процедуры обобщенных линейных моделей (General Linear Models – GLM). Для оценки компонентов фенотипической изменчивости признаков был использован многофакторный дисперсионный анализ. Для определения силы и достоверности влияния факторов, а так же эффектов градаций факторов использовалась базовая статистическая модель смешанного типа:

$$y=\mu+H+YC+MC+A+W+DIM+MY+FAT+PROT+FI+DD+DO+GCOW+INB+SIR+e, \quad (16)$$

где y — оцениваемый признак; μ — среднее значение по выборке; производственные классы фиксированных эффектов представлены как: H — хозяйство; YC — год отела; MC — месяц отела; A — возраст отела в мес; W — живая масса отела в кг; DIM — количество дойных дней; MY — удой в кг; FAT — содержания жира в процентах; PROT — содержание белка в процентах; FI — кратность осеменения; DD — сухостойный период в днях; DO — сервис-период в днях; GCOW — процент кровности, INB — коэффициента инбридинга; случайные как эффект отца —SIR и остаточный эффект (ошибка) — e.

Эффективность биометрических моделей оценивали с помощью коэффициента детерминации (R^2) (отношение суммы квадратов отклонений по всем учтенным факторам к общей сумме квадратов отклонений). Вклад отдельного фактора в общую фенотипическую изменчивость признака определяли показателем силы влияния (η^2) (отношение суммы квадратов отклонений по фактору к сумме квадратов отклонений по всем факторам).

По рандомизированным эффектам или вариансам «между отцами» (σ^2_s) вариансам ошибки (σ^2_e), методом «учетверенной внутриклассовой корреляции» (r_W) рассчитывали коэффициент наследуемости (h^2):

$$h^2 = 4r_W = 4\frac{\sigma^2{}_s}{\sigma^2{}_s+\sigma^2{}_e} = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 P} \quad (17)$$

где σ^2_A — аддитивная генетическая варианса; σ^2_P — фенотипическая варианса.

Приближенную ошибку оценки коэффициента наследуемости (S_{h^2}) рассчитывали по формуле:

$$S_{h^2} \approx \sqrt{\frac{32\times h^2}{n_s k}} \quad (18)$$

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

Коэффициенты генетических корреляций рассчитывали из отношения ковариансы «между отцами» признака 1 и 2 ($\sigma_{s1.2}$) к корню квадратному из произведения соответствующих варианс (σ^2_{s1} и σ^2_{s2}):

$$r_g = \frac{\sigma_{s12}}{\sqrt{\sigma^2{}_{s1}\sigma^2{}_{s2}}} \quad (19)$$

Разработка селекционного индекса по продуктивному долголетию базировалась на методике одновременного отбора по нескольким признакам L.N. Hazel и C.H. Henderson [124,125,129], где индекс по нескольким признакам выражается через функцию:

$$I=\sum_1^n(b_i y_i), \quad (20)$$

где I — селекционный индекс; b_i — весовой коэффициент линейной регрессии признаков i=1…n; y_i — оценка признака i=1…n; n — число признаков.

Определение b весового коэффициента регрессии для селекционного индекса (I) проводилось на основании уравнения:

$$Pb = Ga, \quad (21)$$

где P и G — матрица фенотипических и генетических значений варианс и коварианс; b — вектор весовых коэффициентов индекса; и a — экономическая ценность индекса.

Показателем эффективности оценки совокупного генотипа являлся коэффициент множественной корреляции (R_{JH}) между индексом и оцениваемым генотипом:

$$R_{JH}=\sigma_J/\sigma_H, \quad (22)$$

где σ_J и σ_H — стандартное отклонение индекса и совокупного генотипа соответственно.

Вспомогательной характеристикой индекса являлась величина ожидаемого генетического эффекта (ΔH) за поколение при селекции коров по индексу, определяемая как сумма:

$$\Delta H=\sum_1^n a_i \Delta G_i, \quad (23)$$

где H — совокупный генотип, a_i — экономический вес признака i, и Gi — генетическая племенная ценность признака.

Обработку данных проводили в программе Stat Soft Statistica 10. Достоверность полученных результатов определяли по критерию Стьюдента и Фишера.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Применение стохастического метода в оценке коров по продуктивности и продуктивному долголетию

Применение стохастического метода — функции распределения Вейбулл в оценке продуктивного долголетия коров красно-пестрой породы Красноярского края позволило определить базовые периоды риска в каждой лактации, и долю вероятности выбраковки животных в каждом периоде для определения производственных классов фиксированных эффектов в моделировании селекционного процесса по продуктивности за 305 дней и продуктивному долголетию.

Для определения базовых периодов риска для каждой лактации было решено сконцентрировать оценку на риске в молодом возрасте коров. Скорость смоделирована для полных данных по всем выбывшим животным. Для этого по данным об отелах и выбытии коров в каждой лактации, независимо от года отела, был проведен расчет плотности наступления события, предполагая, что влияние отела на вероятность выбраковки в любом возрасте остается неизменным, так как в каждом последующем отеле животные подвергаются новому риску быть выбракованными после сухостойного периода. Количество анализируемых записей составило 1432 в первой, 2037 во второй и 2074 в третьей лактации. Максимальное количество дойных дней составило 988 дней за первую лактацию, 969 во второй и 959 в третьей. Анализ выживания коров в первые три лактации представлены в таблицах 4 — 6.

Таблица 4 — Времена жизни в первой лактации

№ периода	Средняя точка интервала, дней	Число изученных животных	Число умерших животных	Доля умерших животных	Доля выживших животных	Кумулятивная доля выживших животных	Кумулятивная доля выбывших животных	Плотность вероятности наступления события	Функция опасности	Медиана t выживших животных
1	20,9783	1432	34	0,0238	0,9762	1,0000	0,0000	0,0006	0,0006	293,0107
2	62,9348	1397	60	0,0429	0,9571	0,9762	0,0238	0,0010	0,0010	255,5662
3	104,8913	1337	78	0,0583	0,9417	0,9343	0,0657	0,0013	0,0014	222,1144
4	146,8478	1259	74	0,0588	0,9412	0,8798	0,1202	0,0012	0,0014	191,2140
5	188,8044	1185	132	0,1114	0,8886	0,8281	0,1719	0,0022	0,0028	159,7466
6	230,7609	1053	127	0,1206	0,8794	0,7359	0,2641	0,0021	0,0031	137,5242
7	272,7174	926	214	0,2311	0,7689	0,6471	0,3529	0,0036	0,0062	115,3027
8	314,6739	712	148	0,2079	0,7921	0,4976	0,5024	0,0025	0,0055	119,1179
9	356,6304	564	135	0,2394	0,7606	0,3941	0,6059	0,0022	0,0065	115,3804
10	398,5869	429	87	0,2028	0,7972	0,2998	0,7002	0,0014	0,0054	117,1286
11	440,5435	342	80	0,2339	0,7661	0,2390	0,7610	0,0013	0,0063	108,9256
12	482,5000	262	60	0,2290	0,7710	0,1831	0,8169	0,0010	0,0062	100,5208
13	524,4565	202	52	0,2574	0,7426	0,1412	0,8588	0,0009	0,0070	85,9110
14	566,4130	150	48	0,3200	0,6800	0,1048	0,8952	0,0008	0,0091	95,9006
15	608,3696	102	21	0,2059	0,7941	0,0713	0,9287	0,0003	0,0055	101,0771
16	650,3261	81	21	0,2593	0,7407	0,0566	0,9434	0,0003	0,0071	79,1453
17	692,2826	60	22	0,3667	0,6333	0,0419	0,9581	0,0004	0,0107	72,4704
18	734,2391	38	11	0,2895	0,7105	0,0266	0,9734	0,0002	0,0081	83,9130
19	776,1957	27	8	0,2963	0,7037	0,0189	0,9811	0,0001	0,0083	88,1087
20	818,1522	19	5	0,2632	0,7368	0,0133	0,9867	0,0001	0,0072	79,7174
21	860,1087	14	5	0,3571	0,6429	0,0098	0,9902	0,0001	0,0104	58,7391
22	902,0652	9	5	0,5556	0,4444	0,0063	0,9937	0,0001	0,0183	37,7609
23	944,0217	4	3	0,7500	0,2500	0,0028	0,9972	0,0000	0,0286	27,9710
24		1	1	0,5000	0,5000	0,0007	1,0000			

Таблица 5 — Времена жизни коров во второй лактации

№ периода	Средняя точка интервала, дней	Число изученных животных	Число умерших животных	Доля умерших животных	Доля выживших животных	Кумулятивная доля выживших животных	Кумулятивная доля выбывших животных	Плотность вероятности наступления события	Функция опасности	Медиана t выживших животных
1	20,2174	2037	258	0,1267	0,8733	1,0000	0,1267	0,0031	0,0033	228,2688
2	60,6522	1778	167	0,0939	0,9061	0,8733	0,2087	0,0020	0,0024	215,3728
3	101,0870	1611	160	0,0993	0,9007	0,7913	0,2873	0,0019	0,0026	192,4319
4	141,5217	1451	155	0,1068	0,8932	0,7127	0,3634	0,0019	0,0028	168,7214
5	181,9565	1296	158	0,1219	0,8781	0,6366	0,4410	0,0019	0,0032	144,4397
6	222,3913	1138	186	0,1634	0,8366	0,5590	0,5324	0,0023	0,0044	120,4706
7	262,8261	952	193	0,2027	0,7973	0,4676	0,6272	0,0023	0,0056	104,2377
8	303,2609	759	194	0,2556	0,7444	0,3728	0,7225	0,0024	0,0072	92,8856
9	343,6956	565	154	0,2726	0,7274	0,2775	0,7981	0,0019	0,0078	91,7003
10	384,1304	411	106	0,2579	0,7421	0,2019	0,8502	0,0013	0,0073	89,8230
11	424,5652	305	84	0,2754	0,7246	0,1498	0,8914	0,0010	0,0079	80,0031
12	465,0000	221	70	0,3167	0,6833	0,1086	0,9258	0,0009	0,0093	77,6532
13	505,4348	151	44	0,2914	0,7086	0,0742	0,9474	0,0005	0,0084	76,8261
14	545,8696	107	35	0,3271	0,6729	0,0526	0,9646	0,0004	0,0097	77,8370
15	586,3043	72	20	0,2778	0,7222	0,0354	0,9745	0,0002	0,0080	96,0326
16	626,7391	52	13	0,2500	0,7500	0,0255	0,9808	0,0002	0,0071	106,1413
17	667,1739	39	8	0,2051	0,7949	0,0192	0,9848	0,0001	0,0057	101,0870
18	707,6087	31	8	0,2581	0,7419	0,0152	0,9887	0,0001	0,0073	84,9130
19	748,0435	23	7	0,3043	0,6957	0,0113	0,9921	0,0001	0,0089	76,8261
20	788,4783	16	5	0,3125	0,6875	0,0079	0,9946	0,0001	0,0092	70,7609
21	828,9130	11	4	0,3636	0,6364	0,0054	0,9966	0,0000	0,0110	60,6522
22	869,3478	7	3	0,4286	0,5714	0,0034	0,9980	0,0000	0,0135	47,1739
23	909,7826	4	3	0,7500	0,2500	0,0020	0,9995	0,0000	0,0297	26,9565
24		1	1	0,5000	0,5000	0,0005	1,0000			

Таблица 6 —Времена жизни коров в третьей лактации

№ периода	Средняя точка интервала, дней	Число изученных животных	Число умерших животных	Доля умерших животных	Доля выживших животных	Кумулятивная доля выживших животных	Кумулятивная доля выбывших животных	Плотность вероятности наступления события	Функция опасности	Медиана t выживших животных
1	20,8478	2074	380	0,1833	0,8167	1,0000	0,0000	0,0044	0,0048	194,6396
2	62,5435	1693	191	0,1128	0,8872	0,8167	0,1833	0,0022	0,0029	199,0443
3	104,2391	1502	182	0,1212	0,8788	0,7246	0,2754	0,0021	0,0031	179,8125
4	145,9348	1320	180	0,1364	0,8636	0,6368	0,3632	0,0021	0,0035	159,6754
5	187,6304	1140	155	0,1360	0,8640	0,5500	0,4500	0,0018	0,0035	139,5479
6	229,3261	985	179	0,1817	0,8183	0,4752	0,5248	0,0021	0,0048	116,5309
7	271,0217	806	176	0,2184	0,7816	0,3888	0,6112	0,0020	0,0059	102,3120
8	312,7174	630	173	0,2746	0,7254	0,3039	0,6961	0,0020	0,0076	94,6737
9	354,4131	457	119	0,2604	0,7396	0,2205	0,7795	0,0014	0,0072	100,1379
10	396,1087	338	85	0,2515	0,7485	0,1631	0,8369	0,0010	0,0069	97,7047
11	437,8044	253	61	0,2411	0,7589	0,1221	0,8779	0,0007	0,0066	82,4578
12	479,5000	192	67	0,3490	0,6510	0,0926	0,9074	0,0008	0,0101	73,5160
13	521,1957	125	38	0,3040	0,6960	0,0603	0,9397	0,0004	0,0086	84,4337
14	562,8913	87	24	0,2759	0,7241	0,0420	0,9580	0,0003	0,0077	82,3489
15	604,5870	63	20	0,3175	0,6825	0,0304	0,9696	0,0002	0,0091	71,6644
16	646,2826	43	16	0,3721	0,6279	0,0207	0,9793	0,0002	0,0110	70,3614
17	687,9783	27	8	0,2963	0,7037	0,0130	0,9870	0,0001	0,0083	70,3614
18	729,6739	19	8	0,4211	0,5789	0,0092	0,9908	0,0001	0,0128	57,3315
19	771,3696	11	4	0,3636	0,6364	0,0053	0,9947	0,0000	0,0107	72,9674
20	813,0652	7	2	0,2857	0,7143	0,0034	0,9966	0,0000	0,0080	90,3406
21	854,7609	5	1	0,2000	0,8000	0,0024	0,9976	0,0000	0,0053	62,5435
22	896,4565	4	3	0,7500	0,2500	0,0019	0,9981	0,0000	0,0288	27,7971
23	938,1522	1	0	0,5000	0,5000	0,0005	0,9995	0,0000	0,0160	20,8478
24		1	1	0,5000	0,5000	0,0002	1,0000			

Таблицы времени жизни рассматриваются как таблицы частот времени наступления критических событий (смертей — выбраковки коров) в заданных интервалах. Период наблюдения в расчетах соответствует максимальному количеству дойных дней в каждой из лактаций, который поделен на равные во времени 24 интервала, продолжительностью 41,9566 день. В каждом временном интервале есть число умерших и выживших коров и вероятность выживания считается независимой на разных интервалах. Кумулятивная доля выживших коров рассчитана как произведение долей выживших коров по всем предыдущим интервалам, а плотность вероятности выбраковки на соответствующих интервалах была рассчитана путем разности значений функций выживания с последующим делением на ширину соответствующего интервала. Функция риска или опасности одна из важных характеристик, обладающая прогностическими свойствами и вычисляется как число выбраковок, приходящихся на единицу времени соответствующего интервала деленное на среднее число животных, доживших до момента времени, приходящегося на середину этого интервала. Из таблицы 4 — 6 видно, что в первую лактацию после отела 50% всех выбракованных коров за лактацию выбывает в течение первых 293 дней, во второй за 228 дней, а в третьей за 194 дня, а наивысшая плотность выбытия соответствовала периодам в первой лактации с 167 по 377 дойный день, во второй лактации с даты отела по 364 день, в третьей лактации с даты отела по 333 день, таким образом, плотность наступления события в разных лактациях распределяется не одинаково. Изменение плотности выбытия в разные периоды лактации связана с различной нагрузкой на организм животных с учетом технологии производства, сложными родами, переводами животных в разные технологические группы, сменой рациона и привычной для них среды, изменения кратности доения, запуска. Классическими периодами лактации считается: 0-30 дней — после отельный период, 31-90 — период раздоя, 91-240 — период разгара лактации и более 240 — период спада. В первую лактацию запаса жизненной энергии организма хватает на больший срок, поэтому в течение первых 167 дней плотность выбытия животных минимальна. Во вторую и третью лактацию животные тяжелее проходят после отельный период, а с учетом гормо-

нальной синхронизации половой охоты, увеличивается нехарактерное многоплодие коров, что часто является причиной послеродовых осложнений, несовместимых с жизнью. Поэтому максимальная плотность выбытия во второй и третьей лактации соответствует первым 40 дням после отела.

Разделение на периоды лактаций по количеству дойных дней в соответствии с их значениями в процентилях, показывает, как изменяется скорость распределения опасности. Расчетные данные для первых трех лактаций проиллюстрированы на рисунке 2 и представлены в виде кривых выживаемости.

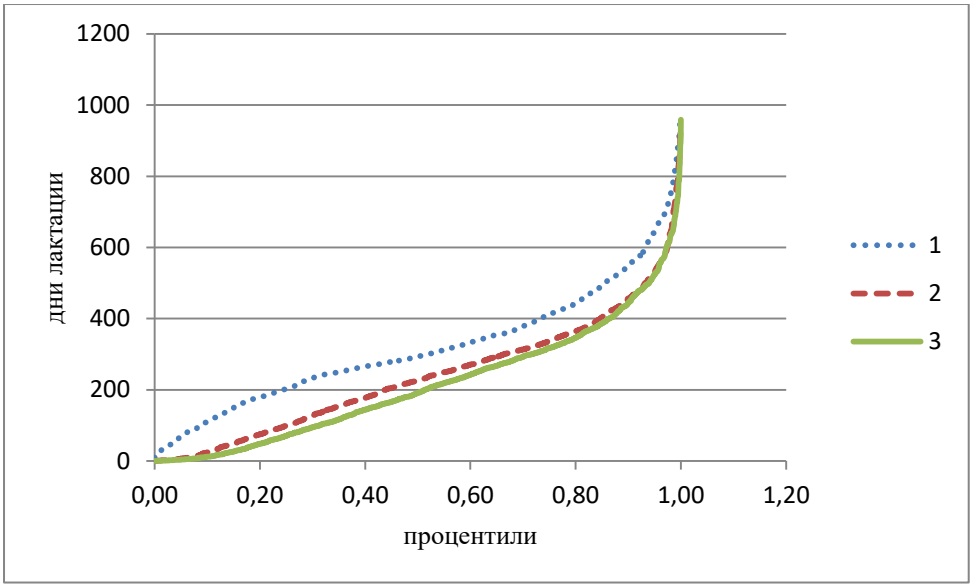

Рис.2 — Кривые выживаемости в разрезе первых трех лактаций.

Кривые каждой лактации имеют свои собственные характеристики, но и одновременно похожи, а отличаются лишь углом наклона, что подтверждает, что причины выбраковки, прежде всего, связаны со стрессом и технологией, а именно с переводом коров в разные производственные группы, которые в каждой лактации формируются однотипно. Расхождение кривых так же связано с различными эффектами и в частности, с тем, что во вторую и третью лактацию животные тяжелее проходят после отельный период и риск выбытия возрастает впервые 40 дней. В каждой лактации опасность медленно увеличивается до 270 дня, и более быстро возрастает в конце после 380 дня.

Для использования стохастического метода в комплексной индексной оцен-

ке продуктивности и продуктивного долголетия коров красно-пестрой породы Красноярского края была сформирована выборка по коровам с количеством дойных дней не менее 240 дней за лактацию, для оценки продуктивности за 305 дней, на основании требований ГОСТа Р 57878-2017. Путем отсечением процентилей были определены дни в лактациях, которые использовались для определения периодов с разными базовыми рисками, а критерием определения животных в производственные группы было соответствие их индивидуальных значений базовым периодам. Расчетные данные для первых трех лактаций проиллюстрированы на рисунке 3 и представлены в виде кривых выживаемости.

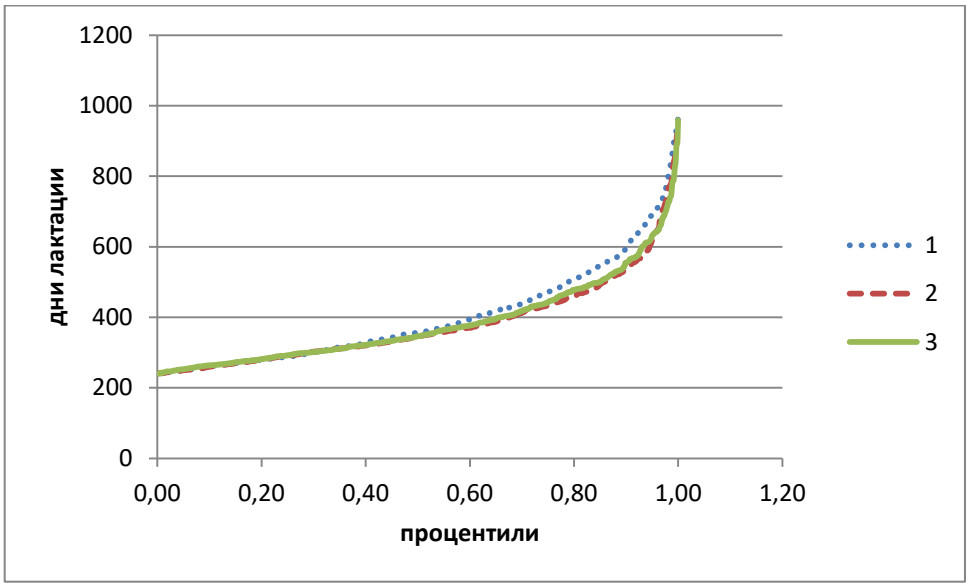

Рис.3 — Кривые выживаемости в разрезе первых трех лактаций.

Поскольку не менее 50% выбракованных животных после отела в каждой лактации выбывает до 240 дойного дня, кривые выживаемости очень похожи для всех лактаций, отличие лишь в разных наклонах в конце лактаций. Опасность одинаково медленно увеличивается примерно до 380 дня, затем в конце лактации наблюдается резкое увеличение с разной крутизной для удлиненных лактаций. Для использования эффекта базовых периодов риска в оценке продуктивного долголетия и продуктивности за 305 дней было сформировано 10 производственных классов в каждой лактации. При этом, выбывшие с лактаций коровы раньше 240 дойного дня и не вошедшие в выборку, в оценку племенной ценности как по про-

дуктивности за 305 дней, так и по продуктивному долголетию не вошли.

Таким образом, применение стохастического метода — функции распределения Вейбулл в оценке продуктивного долголетия коров красно-пестрой породы Красноярского края позволило сформировать производственные классы коров с одинаковыми значениями базовых периодов риска для определения фиксированных эффектов по количеству дойных дней в лактации (DIM). Применение метода в индексной оценке для коров с незаконченными лактациями, либо выбывших раньше 240 дня с момента отела, возможно в случае использования модели тестового дня для расчета продуктивности за 305 дней.

3.2 Применение статистического метода в оценке коров по продуктивности и продуктивному долголетию

3.2.1 Анализ фенотипической изменчивости продуктивных признаков

В программах по разведению молочного скотоводства в Российской Федерации оценку племенных животных проводят в основном по продуктивности за первую лактацию — удой за 305 дней, процентное содержание жира и белка в молоке, без учета воспроизводительных качеств, продолжительности лактации, здоровья и долголетия животных, а значит и без учета экономической целесообразности разведения таких коров. С целью получения наивысших удоев за 305 дней в первую лактацию, многие российские авторы изучали силу влияния различных факторов на продуктивность первотелок. Из генотипических факторов это влияние породной и линейной принадлежности, влияние доли крови улучшающей породы на молочную продуктивность и влияние инбридинга. Из паратипических факторов (средовых) — влияние возраста и живой массы при первом отеле, влияние сезона и года рождения, возраста и живой массы при первом пло-

дотворном осеменении, влияние условий кормления, технологии и адаптационных возможностей коров-первотелок и т.д.

Для изучения влияния различных факторов на продолжительность лактации и признаки продуктивности коров за 305 дней красно-пестрой породы Красноярского края методом многофакторного дисперсионного анализа из паратипических факторов для оценки силы влияния (η^2) были выбраны следующие показатели: хозяйство, год и месяц отела; живая масса при отеле в кг и возраст отела в мес; среднесуточный удой в кг; содержание жира и белка в молоке в процентах; количество дойных дней за лактацию; сервис-период и сухостойный период в днях; кратность осеменений. Из генотипических факторов для оценки силы влияния (η^2) были выбраны следующие показатели: кровность по голштинской породе в процентах; коэффициент инбридинга в процентах по Райту-Кисловскому и случайный эффект отца быка. Для анализа каждой лактации из общего количества отобранных животных было сформировано три группы. В первую группу вошли коровы с количеством лактаций не менее одной за всю жизнь, во вторую не менее двух, в третью не менее трех. Таким образом, количество коров составило в первой группе 13020, во второй 10600, в третьей 8602 голов. Достоверность разницы между средними значениями изучаемых признаков в исследуемых группах превышала P>0,999. Средние популяционные значения признаков представлены в таблице 6.

Из таблицы 6 видно, что максимальной продуктивности коровы достигают к третьей лактации. Отмечено увеличение живой массы коров после отелов к третьей лактации, так как рост и развитие после первой лактации не заканчивается и продолжается до пятилетнего возраста. Показатели воспроизводства — кратность осеменений (КОС) и продолжительность сервис-периода снижаются с увеличением числа лактаций, так же с возрастом сокращается средняя продолжительность лактации в днях. Средняя кратность осеменений составила 1,82—1,74, продолжительность сервис-периода на уровне 139—120 дней. Небольшое снижение к третьей лактации показателя КОС, свидетельствуют о том, что после первой лактации выбывают коровы менее всего приспособленные к технологии производст-

ва молока, в том числе с нарушенной функцией фертильности. К третьей лактации остаются самые выносливые животные, устойчивые к различным заболеваниям, пригодные к интенсивной технологии производства молока.

Таблица 6 — Средние популяционные значения изучаемых признаков в разрезе первых трех лактаций

Признаки	Группы		
	I	II	III
Количество коров, голов	13020	10600	8602
Дойных дней в лактации	355±0,83	341±0,80	337±0,85
Удой за 305 дней, кг	4525±9,83	4866±11,61	5188±14,39
МДЖ, %	3,94±0,0018	3,96±0,0022	3,99±0,0026
МДБ, %	2,94±0,0015	2,97±0,0015	3,01±0,0016
Среднесуточный удой, кг	13,25±0,03	14,73±0,04	15,86±0,05
Возраст отела, месяцев	29,5±0,03	43,9±0,07	56,8±0,09
Живая масса при отеле, кг	508±0,32	534±0,38	564±0,50
Кровность%	61,91±0,25*	60,55±0,28*	59,48±0,32*
Инбридинг%	2,97±0,15	2,89±0,15	2,75±0,16
КОС	2,13±0,01	1,82±0,01	1,74±0,02
Сухостойный период, дней	57±0,18	57±0,16	57±0,17
Сервис-период, дней	130±0,84	116±0,81	113±0,87

*— без учета чистопородных коров с нулевой кровностью.

Для определения силы и достоверности влияния факторов на продуктивность за 305 дней и продолжительность лактации, а так же эффектов градаций факторов использовалась статистическая базовая модель смешанного типа для каждой лактации:

$$y=\mu+H+YC+MC+A+W+GCOW+INB+DIM+MY24+PROT+FAT+DD+DO+FI+SIR+e, \quad (21)$$

где μ — среднее значение по выборке; фиксированные эффекты факторов представлены как: H — хозяйство (16 классов); YC — год отела (6 классов первого отела; 7 классов второго отела; 7 классов третьего отела); MC — месяц отела (12 классов в каждом году отела); A — возраст отела (9 классов в первом отеле и 15 классов во втором и третьем отеле); W — живая масса при отеле (3 класса в каждом отеле); GCOW — кровность по голштинской породе (8 классов в каждой лактации); INBR — коэффициент инбридинга в процентах по Райту-Кисловского (4 класса в каждой лактации); DIM — количество дойных дней в лактации (10 производственных классов в каждой лактации); MY24 — среднесуточный удой

(9классов в первой лактации, 11 классов во второй лактации и третьей лактации);FAT —содержанию жира в процентах (7 классов в каждой лактации); PROT — содержание белка в процентах (5 классов в каждой лактации); DO — продолжительность сервис-периода (12 классов в первую лактацию, 10 классов во вторую и третью лактацию); DD — продолжительность сухостойного периода (6 классов в каждой лактации); FI —количество осеменений (6 классов в каждой лактации); а случайные как эффект отца —SIR и е – остаточный эффект (ошибка). Результаты дисперсионного анализа признаков продуктивности за 305 дней и продолжительности лактации по всем факторам в разрезе лактаций представлены в таблицах 7—8.

Основное влияние на количество дойных дней в лактации оказывают факторы среднесуточная продуктивность (MY24) и продолжительность сервис периода (DO). Сила влияния (MY24) составила 24,86 —52,02%, а сила влияния (DO) 30,96 — 33,59%. Третьим по значимости является фактор кратность осеменения (FI), сила влияния которого на продолжительность лактации составила 10,10 — 12,41%. Все факторы между собой взаимосвязаны, коровы с высокой продуктивностью более подвержены негативным влияниям «среды» и заболеваниям по причине интенсивной нагрузки на организм, вследствие этого могут выбывать с дойки преждевременно. Коровы с низкой продуктивностью, наоборот более устойчивы к изменениям внешних условий, поэтому их лактация длится до перевода в сухостой, либо до полного угасания. Чем длиннее сервис-период, тем продолжительней лактация, а стельность коровы снижает ее среднесуточную продуктивность. Влияние фактора хозяйство (H) на продолжительность лактации было небольшим, в пределах 2,63 —3,91%, а влияние отца (SIR) 1,29 — 1,41%. Так же установлено, что причины продолжительности лактации имеют различные генетические компоненты, в том числе влияние отца на протяжении всей продуктивной жизни коровы.

Для оценки влияния факторов на удой за 305 дней в популяции коров красно-пестрой породы Красноярского края, было сформировано два варианта модели, одна базовая, вторая без учета фактора количества дойных дней (DIM). Во

всех вариантах главным воздействующим фактором был фактор хозяйство (H) и среднесуточная продуктивность коров (MY24). Отсутствие во втором варианте фактора (DIM) увеличило влияние факторов сервис-период (DO) и кратность осеменения (FI), а влияние фактора среднесуточная продуктивность (MY24) снизило.

Таблица 7 — Сила влияние факторов (η^2) на продолжительность лактации и удой за 305 дней в разрезе лактаций, %

Факторы	Дойные дни			Удой 305 дней лактации					
№ лактации	I	II	III	I	II	III	I	II	III
H	**3,91**	**3,17**	**2,63**	**54,03**	**51,65**	**31,06**	**51,38**	**50,96**	**31,40**
YC	0,12	0,36	0,52	**4,53**	**2,25**	**3,26**	**4,32**	**2,14**	**3,09**
MC	0,45	0,61	0,26	**2,13**	**2,39**	**1,45**	**2,03**	**2,27**	**1,37**
A	0,06	0,65	1,23	0,02	0,64	0,12	0,02	0,61	0,23
W	0,18	0,35	0,29	0,28	0,35	0,03	0,26	0,33	0,13
GCOW	0,09	0,12	0,10	0,19	0,14	0,24	0,18	0,14	0,11
INBR	0,04	0,05	0,15	0,02	0,03	0,13	0,02	0,03	0,02
DIM	-	-	-	-	-	-	**5,58**	**5,77**	**4,93**
MY24	**52,02**	**46,82**	**24,86**	**11,51**	**14,37**	**33,57**	**32,97**	**35,33**	**56,03**
PROT	0,46	0,19	0,15	0,39	0,09	0,09	0,08	0,01	0,01
FAT	0,13	0,15	0,20	0,07	0,09	0,09	0,01	0,01	0,01
FI	**10,10**	**12,27**	**12,41**	**6,47**	**6,74**	**7,36**	0,29	0,22	0,04
DD	0,15	0,38	0,30	0,20	0,22	0,27	0,01	0,00	0,01
DO	**30,96**	**33,59**	**31,18**	**18,82**	**17,80**	**20,84**	1,64	1,00	1,31
SIR	**1,32**	**1,29**	**1,41**	**1,32**	**1,25**	**1,49**	**1,21**	**1,20**	**1,29**
Модель	**78,30***	**75,78***	**75,72***	**83,03***	**84,64***	**83,61***	**87,23***	**89,02***	**88,17***
e	21,70	21,22	24,28	16,97	15,36	16,39	12,77	10,98	11,83

*— коэффициент детерминации R^2.

Фактор хозяйство (H) классически относится к паратипическим факторам и отражает влияние «внешней среды», которая включает в себя такие компоненты как кормление, содержание и уход, климат, технология доения и выращивание, менеджмент и квалификация обслуживающего персонала и т.д. В популяции красно-пестрой породы Красноярского края сила влияния фактора хозяйство (H) на удой за 305 дней в обоих вариантах была примерно одинаковой и составляла 31,06 —54,03%, что говорит о существенной разнице в удое животных различных хозяйств. Однако стоит отметить, что в данной популяции фактор хозяйство (H) отражает влияние и генотипической компоненты «голштинизации», которая имеет разные уровни в хозяйствах. Максимальное влияние фактор оказывает в первой группе животных, в третьей снижается за счет выбытия не приспособленных к

технологии животных. Вторым по значимости влияния на удой за 305 дней является фактор среднесуточный удой (MY24), сила влияния которого составила 32,97 — 56,03% в базовой модели и 11,51 —33,57% во втором варианте. Фактор «среднесуточная продуктивность» коров включает в себя много компонент, в том числе генотипические и отражает уровень кормления, особенности метаболизма коровы, кратность доения, технологию воспроизводства и выращивания молодняка, перенесенные заболевания, морфологические свойства вымени, легкость отела, индивидуальные влияния матери и отца и множество других. В третьей группе сила влияния фактора увеличивается за счет роста среднего возраста коров, а влияние фактора (H) уменьшается. Фактор год отела (YC) и месяц отела (MC), так же относятся к паратипическим. Принято считать, что они отражают влияние погодных условий, смену сезонов и т.п. Однако интенсивная современная технология производства молока подразумевает закрытое содержание животных и однотипное круглогодичное кормление, а генетические характеристики практически любой популяции не статичны во времени, поэтому оба фактора содержат и генотипическую компоненту в том числе. Сила влияния факторов год отела (YC) и месяц отела (MC) на удой за 305 дней была примерно одинаковой для двух вариантов модели. Сила влияния (YC) составляла 2,14 — 4,53%, а сила влияния (MC) составляла 1,37 —2,39%, факторы включают компоненты, которые характеризует в большей степени качество кормовой базы, которая со временем может меняться, прежде всего, из-за влияния различных погодных условий при заготовке основных кормов, а также из-за неустойчивости во времени характера используемых технологий в хозяйствах, в том числе кормления. Поэтому животные во второй и третьей группе могут испытать на себе воздействие новых технологических факторов, которые оказывали как отрицательное, так и положительное воздействие на удой за 305 дней. Технология может из года в год меняться, а из месяца в месяц не соблюдаться. Так же стоит отметить, что генетические характеристики практически любой популяции не статичны во времени, поэтому факторы содержат и генотипическую компоненту в том числе. Из таблицы 7 видно, что на величину удоя за 305 дней большое влияние, в силу физиологии животных, оказывает

продолжительность сервис-периода (DO), сила влияния которого составляла 17,80 — 20,84% и кратность осеменения (FI) сила влияния которого составляла 6,47 — 7,36%. Чем позднее корова становиться стельной, тем больше выход молока в первые 305 дней лактации. В базовой модели, сервис-период (DO) и кратность осеменения (FI) являются компонентами факторов количество дойных дней (DIM) и среднесуточный удой (MY24). Сила влияния (DIM) на удой за 305 дней составила 4,93 —5,77%, а коэффициенты детерминации (R^2) в базовой модели были в среднем на 4,3% выше.

Влияние генотипических факторов (GCOW) и отца (SIR) было небольшим, что позволяет сделать выводы о том, что удой за 305 дней зависит, прежде всего, от технологии выращивания, кормления и содержания животных. Сила влияния фактора (SIR) составляла 1,20 — 1,49%, а фактор (GCOW) на удой практически не влиял.

Для оценки влияния факторов на процентное содержание жира МДЖ% и белка МДБ% в молоке за 305 дней было сформировано так же два варианта модели, одна базовая, вторая без учета фактора количество дойных дней (DIM) (таблица 8). В обоих вариантах основными воздействующими факторами были хозяйство (H) и год отела (YC). Сила влияния фактора (H) составляла 80,30 — 89,74%, а влияние фактора (YC) 3,88 — 7,69%. Так же факторы (PROT) и жир (FAT) оказали взаимное влияние друг на друга, влияние (PROT) на МДЖ% в пределах 2,30 — 7,14%, влияние (FAT) на МДБ% в пределах 7,78 —9,44%. Значения силы влияния отца (SIR) было одинаковым в двух моделях, при этом на содержание жира в молоке больше, чем на содержание белка. Сила влияния фактора на МДЖ% составляла 1,28 — 3,28%, а на МДБ% 0,91 —1,96% соответственно. На основании чего можно сделать выводы о том, что на содержание жира и белка в молоке влияет, прежде всего, уровень кормления, направленность метаболизма, различные заболевания, в т.ч. нарушение обмена веществ. При этом на процентное содержание белка в большей степени влияет технология, а на содержание жира генетика.

Таблица 8 — Сила влияние факторов (η^2) на МДЖ% и МДБ% за 305 дней в разрезе лактаций, %

	МДЖ%						МДБ%					
№ лактации	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
H	**80,33**	**81,22**	**89,74**	**80,30**	**81,17**	**89,71**	**80,31**	**82,55**	**88,33**	**80,25**	**82,52**	**88,32**
YC	**7,69**	**6,93**	**3,88**	**7,69**	**6,93**	**3,88**	**6,44**	**6,62**	**4,22**	**6,44**	**6,62**	**4,22**
MC	0,23	0,17	0,43	0,23	0,17	0,43	0,19	0,35	1,01	0,19	0,35	1,01
A	0,22	0,11	0,23	0,22	0,28	0,23	0,04	0,08	0,08	0,04	0,08	0,08
W	0,06	0,09	0,03	0,06	0,09	0,03	0,34	0,06	,08	0,34	0,06	0,08
GCOW	0,37	0,37	0,69	0,37	0,37	0,70	0,26	0,10	0,15	0,26	0,10	0,15
INBR	0,01	0,02	0,07	0,01	0,02	0,09	0,02	0,01	0,04	0,02	0,01	0,04
DIM	-	-	-	0,05	0,84	0,10	-	-	-	0,39	0,26	0,18
MY24	0,11	1,46	0,32	0,09	0,70	0,31	0,54	0,30	0,16	0,21	0,13	0,12
PROT	**7,14**	**6,37**	**2,34**	**7,14**	**6,32**	**2,30**	-	-	-	-	-	-
FAT	-	-	-	-	-	-	**9,44**	**8,54**	**4,82**	**9,44**	**8,48**	**4,78**
FI	0,28	0,07	0,07	0,31	0,05	0,09	0,16	0,10	0,11	0,12	0,07	0,06
DD	0,09	0,11	0,15	0,10	0,11	0,16	0,05	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02
DO	0,20	0,29	0,23	0,15	0,32	0,16	0,25	0,03	0,05	0,27	0,05	0,02
SIR	**3,27**	**2,62**	**1,80**	**3,28**	**2,62**	**1,80**	**1,96**	**1,25**	**0,91**	**1,96**	**1,24**	**0,92**
Модель	**38,03***	**41,05***	**50,15***	**38,04***	**41,08***	**50,16***	**56,69***	**66,72***	**69,04***	**56,72***	**66,67***	**69,02***
e	61,97	58,95	49,85	61,96	58,92	49,84	43,31	33,33	30,98	43,28	33,28	30,96

*— коэффициент детерминации R^2.

Остальные факторы существенного влияния на молочную продуктивность коров за 305 дней в данной популяции не оказали. Значение F-критерия было высоким по всем основным факторам.

Таким образом, главными воздействующими факторами на продуктивность за 305 дней и продолжительность лактации являются паратипические факторы, основные из которых это кормление и условия содержания. Генотипические факторы, в частности отец (SIR) в большей степени влияет на качество молока — содержание белка и жира, чем на удой, при этом максимально в первой лактации, во второй и третьей меньше, за счет выбытия животных использовавших свой ресурс продуктивности в первую и вторую лактацию, а так же за счет увеличения среднего возраста коров и увеличения силы влияния паратипических факторов, в частности фактора хозяйство (H).

3.2.1.1 Оценка влияния эффектов градаций основных факторов на признаки продуктивности

В многофакторном дисперсионном анализе методом наименьших квадратов были получены оценки эффектов градаций факторов на признаки молочной продуктивности и количество дойных дней в лактации: хозяйство, год отела, среднесуточная продуктивность, количество дойных дней в лактации, процентное содержание белка и жира в молоке, кровность по голштинской породе, процент инбридинга.

Оценка влияния эффектов градаций фактора хозяйство (H) представлена в таблице 9. Фактор хозяйство (H) является систематическим средовым фактором и ему подвержены в одинаковой степени все животные. В то же время его воздействие на животных в разных хозяйствах различно. Изменение продуктивности за 305 дней в разных группах оказало существенную зависимость от принадлежности к хозяйству.

Таблица 9 — LS оценка влияния эффектов градаций фактора хозяйство (Н)

Хозяйство	Голов	Дойные дни	Удой	Белок	Жир
I-группа					
ОАО ПЗ Красный маяк	1690	-17	770	-0,07	-0,04
ОПХ Курагинское	180	-16	-202	0,24	0,30
ЗАО Искра Ленина	479	12	-1371	0,29	0,01
АО Тубинск	534	-8	-130	0,26	0,26
ООО Тигрицкое	356	3	-1589	0,23	0,24
ЗАО Имисское	317	-22	-613	0,26	-0,02
ОАО Новотаежное	108	-7	-512	-0,05	-0,17
ЗАО Светлолобовское	1042	-33	-1037	-0,04	0,01
АО ПЗ Краснотуранский	462	4	710	0,05	0,44
АО ПЗ Солгон	1764	-7	-412	-0,04	-0,09
ЗАО Назаровское	3030	11	803	0,00	-0,01
ЗАО Марининское	25	16	-1801	0,08	-0,04
АО Березовское	345	19	-344	0,19	0,16
ООО ОПХ Солянское	85	44	-1369	0,24	-0,02
АО КСС	1546	23	231	-0,15	-0,02
ЗАО Большеуринское	1057	1	-714	-0,10	-0,04
Итого/Среднее	**13020**	**355**	**4525**	**2,94**	**3,94**
II-группа					
ОАО ПЗ Красный маяк	1181	-15	701	-0,07	-0,04
ОПХ Курагинское	179	-13	-494	0,21	0,30
ЗАО Искра Ленина	477	2	-1506	0,28	0,01
АО Тубинск	502	-2	-384	0,23	0,25
ООО Тигрицкое	349	2	-1725	0,19	-0,24
ЗАО Имисское	303	-4	-647	0,23	-0,02
ОАО Новотаежное	105	7	-368	-0,03	-0,17
ЗАО Светлолобовское	937	-18	-908	-0,05	0,01
АО ПЗ Краснотуранский	445	23	951	0,01	0,44
АО ПЗ Солгон	1482	-4	-233	-0,06	-0,08
ЗАО Назаровское	2292	-3	917	-0,02	-0,02
ЗАО Марининское	24	12	-1917	0,03	-0,04
АО Березовское	311	10	-302	0,16	0,20
ООО ОПХ Солянское	80	31	-1283	0,21	0,12
АО КСС	1029	26	557	-0,12	-0,05
ЗАО Большеуринское	904	7	-722	-0,09	-0,09
Итого/Среднее	**10600**	**341**	**4860**	**2,97**	**3,96**
III-группа					
ОАО ПЗ Красный маяк	799	-7	930	-0,06	-0,06
ОПХ Курагинское	174	-11	-152	0,17	0,40
ЗАО Искра Ленина	474	4	-1325	0,22	0,00
АО Тубинск	530	-1	166	0,19	0,32
ООО Тигрицкое	347	-13	-1539	0,15	-0,23
ЗАО Имисское	301	-8	-518	0,19	-0,09
ОАО Новотаежное	89	3	374	-0,04	-0,12
ЗАО Светлолобовское	793	-19	-562	-0,06	-0,02
АО ПЗ Краснотуранский	416	27	1460	-0,03	0,42
АО ПЗ Солгон	1163	-7	32	-0,07	-0,07
ЗАО Назаровское	1745	-1	264	-0,04	-0,06
ЗАО Марининское	23	4	575	-0,01	0,01
АО Березовское	296	24	-141	0,12	0,10
ООО ОПХ Солянское	83	27	-1144	0,17	0,13
АО КСС	676	23	407	-0,10	-0,05
ЗАО Большеуринское	690	4	-478	-0,10	-0,08
Итого/Среднее	**8602**	**337**	**5188**	**3,01**	**3,99**

Максимальные положительные эффекты по удою составили 803—1460 кг, что в относительном выражении больше среднего на 17,75—28,15%, по белку 0,22—0,29%, что выше среднего на 7,31—9,87%; по жиру 0,42—0,44%,что больше среднего на 10,77—11,17%; по количеству дойных дней за лактацию 27 — 44 дня, относительно среднего выше на 8,02 — 12,40%. Максимальные отрицательные эффекты по удою составили минус 1539 — 1917 кг, в относительном выражении меньше среднего на 29,67—39,81%, по белку эффекты составили минус 0,10—0,15%, что ниже среднего на 3,33—5,11%; по жиру минус 0,09—0,17%, что меньше среднего на 2,26—4,32%; по количеству дойных дней за лактацию минус 6,20 — 5,28%.

По удою за 305 дней лучшие показатели в первой и второй группе установлены в четырех хозяйствах, в третьей группе их количество увеличивается до восьми. А по содержанию белка, наоборот, в первой и второй группе положительные эффекты градаций были получены в девяти хозяйствах, а в третьей группе их количество снижается до семи. Количество хозяйств с положительными и отрицательными эффектами градаций по жиру и количеству дойных дней во всех трех группах стабильно одинаковое. Таким образом, фактор хозяйство (Н) может оказывать как положительное, так и отрицательное воздействие на продолжительность лактации и продуктивность за 305 дней. А технология содержания и кормления в большей степени влияет на удой за 305 дней, в меньшей на процентное содержание жира и белка и продолжительность лактации.

Оценка влияния эффектов градаций год отела (YC) представлена в таблице 10. Лучшими для продуктивности в первой лактации установлены 2004 и 2005 год, во второй лактации 2005 и 2006 год, а в третьей 2009 и 2010 год, причем 2005 и 2006 год благополучный для коров первой и второй группы, оказался негативными для коров третьей группы.

При увеличении среднего возраста коров увеличивается число лет с положительными эффектами градаций. По содержанию белка в молоке за 305 дней лучшими были 2007 год в первой группе, 2009 год во второй, а в третьей 2010 год. Максимальные положительные эффекты составили по удою 134 —396 кг, в отно-

сительном выражении больше среднего на 2,97—7,64%, по белку эффекты составили 0,16—0,20%, что выше среднего на 5,32—6,74%; по жиру 0,03—0,04%,что больше среднего на 0,77—1,01%.

Максимальные отрицательные эффекты составили по удою минус 176—234 кг, в относительном выражении меньше среднего на 3,40—6,92%, по белку эффекты составили минус 0,04—0,12%, что ниже среднего на 1,36—3,99%; по жиру минус 0,03—0,12%,что меньше среднего на 0,76—3,01%.

Таблица 10 — LS оценка влияния эффектов градаций фактора год отела (YC)

Группа	Голов	Дойные дни	Удой	Белок	Жир
2002	1427	3	-313	-0,03	-0,02
2003	2420	2	-114	-0,03	-0,05
2004	3416	-2	134	-0,04	-0,01
2005	3621	-4	128	0,03	0,03
2006	1998	4	-92	0,06	0,03
2007	138	18	-121	0,16	0,02
Итого/Среднее	**13020**	**355**	**4525**	**2,94**	**3,94**
2003	882	2	-234	-0,06	-0,03
2004	1904	1	-15	-0,07	-0,07
2005	2786	-5	101	-0,03	-0,01
2006	2867	-3	40	0,04	0,04
2007	1924	6	-80	0,07	0,04
2008	160	20	-17	0,07	0,03
2009	77	23	-26	0,20	0,00
Итого/Среднее	**10600**	**341**	**4860**	**2,97**	**3,96**
2004	660	-4	-176	-0,12	-0,12
2005	1516	-1	-117	-0,05	-0,05
2006	2151	-5	-94	-0,01	0,01
2007	2341	0	71	0,03	0,04
2008	1653	5	137	0,06	0,03
2009	212	14	396	0,09	0,02
2010	69	69	273	0,16	-0,03
Итого/Среднее	**8602**	**337**	**5188**	**3,01**	**3,99**

Самые продолжительные лактации были в 2010, 2009 и 2007 годах, при этом положительные эффекты в группах различны между собой. Таким образом, фактор год отела (YC) может оказывать как отрицательное, так и положительное воздействие на продолжительность лактации и продуктивность. В равной степени влияет на удой и содержание белка в молоке, в меньшей степени на содержание жира, с возрастом коров влияние фактора на все признаки снижается.

Оценка влияния градаций фактора среднесуточный удой (MY24) представлена в таблице 11.

Таблица 11 — LS оценка влияния эффектов градаций фактора среднесуточный удой (MY24)

Группа	Голов	Дойные дни	Удой	Белок	Жир
I-группа					
≤9	2248	95	-1055	0,06	-0,03
10	1078	28	-683	0,03	-0,02
11	1175	8	-527	0,01	-0,01
12	1177	-4	-313	-0,01	0,01
13	1329	-13	-77	-0,01	0,02
14	1242	-22	147	-0,01	0,02
15	1100	-28	389	-0,02	0,01
16	1007	-35	603	-0,04	0,01
≥17	2664	-52	1118	-0,03	0,01
Итого/Среднее	**13020**	**355**	**4525**	**2,94**	**3,94**
II-группа					
≤10	1753	76	-1296	0,07	0,01
11	766	25	-844	0,04	0,01
12	78	13	-609	0,02	0,00
13	914	7	-342	0,00	0,01
14	906	-4	-147	0,00	0,01
15	930	-13	50	-0,02	0,01
16	874	-19	277	-0,02	0,01
17	855	-25	503	-0,03	0,00
18	717	-29	744	-0,03	-0,01
19	646	-38	876	-0,05	-0,02
≥20	1451	-47	1397	-0,03	0,00
Итого/Среднее	**10600**	**341**	**4860**	**2,97**	**3,96**
III-группа					
≤11	1480	67	-1396	0,04	0,03
12	587	27	-814	0,02	0,04
13	657	12	-649	0,02	0,04
14	706	4	-403	0,00	0,05
15	775	-7	-222	0,00	0,09
16	667	-10	38	-0,01	0,07
17	725	-17	243	-0,02	0,06
18	590	-25	424	-0,02	0,06
19	575	-30	649	-0,02	0,08
20	513	-33	900	-0,02	0,09
≥21	1327	-39	1613	-0,03	0,10
Итого/Среднее	**8602**	**337**	**5188**	**3,01**	**3,99**

Положительные эффекты градаций по удою за 305 дней имеют коровы со среднесуточной продуктивностью 14 —16 кг и более, при этом продолжитель-

ность лактации сокращается, а процентное содержание белка снижается. На содержание жира в молоке увеличение среднесуточного удоя оказывает небольшое положительное влияние. Положительные эффекты градаций по МДБ% выявлены у коров с удоем не превышающий 12 — 15 кг в среднем за сутки, в зависимости от лактации. Максимальные положительные эффекты по удою за 305 дней составили 1118 — 1613 кг, что в относительном выражении больше среднего на 24,71—31,09%; по белку эффекты составили 0,04—0,06%, что выше среднего на 1,33—2,04%; по жиру 0,02—0,10%,что больше среднего на 0,51—2,51%; по количеству дойных дней 67 —95 дней, что выше среднего на 19,89 — 26,76%. Максимальные отрицательные эффекты по удою составили минус 1055 — 1396 кг, в относительном выражении меньше среднего на 23,32—26,91%; по белку эффекты составили минус 0,04—0,05%, что ниже среднего на 1,36—1,69%; по жиру минус 0,02—0,03%,что меньше среднего на 0,51—0,77%; по количеству дойных дней 11,58 — 14,65%. Таким образом, увеличение среднесуточного удоя способствует увеличению удоя за 305 дней, но при этом отрицательно влияет на продолжительность лактации и содержание белка в молоке. На содержание жира оказываем минимальное положительное воздействие.

Не менее важным источником изменчивости удоя за 305 дней является продолжительность лактации — количество дойных дней (DIM). Оценка влияния градаций фактора (DIM) представлена в таблице 12. Укороченные лактации продолжительностью менее 305 дней во всех трех группах имеют отрицательные эффекты по удою, жиру и белку. И наоборот удлиненные лактации во всех трех группах имеют положительные эффекты градаций по всем признакам продуктивности. Максимальные положительные эффекты по удою составили 464—767 кг, в относительном выражении больше среднего на 10,26—14,79%; по белку эффекты составили 0,02—0,06%, что выше среднего на 1,33—2,00%; по жиру 0,02—0,10%,что больше среднего на 0,51—2,51%. Отрицательные эффекты градаций по удою в группах коров с продолжительностью лактаций 240-260 дойных дней были максимальными и установлены в размере минус 681 — 819 кг, что относительно средних значений составляет минус 13,13% — 18,10%.

Таблица 12 — LS оценка влияния эффектов градаций фактора количество дойных дней (DIM)

Группа	Голов	Удой	Белок	Жир
I-группа				
240-260	632	-819	-0,02	-0,02
261-279	1427	-482	-0,01	-0,01
280-301	2104	-201	0,00	0,00
302-331	2430	19	0,00	0,00
332-357	1649	152	-0,01	0,00
358-395	1668	225	0,01	0,01
396-441	1276	260	0,01	0,01
442-511	946	290	0,02	0,00
512-606	532	349	0,01	0,00
606-988	356	464	0,00	-0,02
Итого/Среднее	**13020**	**4525**	**2,94**	**3,94**
II-группа				
240-260	586	-806	-0,01	-0,04
261-281	1628	-382	-0,01	-0,00
282-303	1891	-102	0,00	-0,01
304-321	1374	49	-0,01	-0,02
322-346	1444	130	0,00	0,01
347-372	1095	184	0,01	0,00
373-416	1113	243	0,01	0,02
417-463	639	339	0,00	0,02
464-545	508	328	0,01	0,03
546-969	322	554	0,02	0,07
Итого/Среднее	**10600**	**4860**	**2,97**	**3,96**
III-группа				
240-264	679	-681	-0,03	-0,01
265-282	1220	-423	-0,02	-0,01
283-301	1456	-140	0,00	-0,01
302-322	1320	-4	0,01	0,00
323-347	1217	152	0,01	0,01
348-377	906	255	0,01	0,00
378-421	740	288	0,00	0,01
422-479	537	426	0,02	0,01
480-558	323	533	0,02	0,00
559-959	204	767	0,06	0,01
Итого/Среднее	**8602**	**5188**	**3,01**	**3,99**

Максимальные эффекты градаций в удлиненных лактациях свидетельствуют о продолжительном сервис-периоде, либо его отсутствии. А отрицательные эффекты градаций в укороченных лактациях свидетельствуют о преждевременном выбытии коров с дойки, причинами которого могут являться различные заболевания, в том числе полученные травмы. Фактор (DIM) в большей степени влияет на удой, на содержание белка и жира воздействие фактора минимально.

Процентное содержания белка и жира в молоке незначительно влияет на удой за 305 дней и продолжительность лактации, но достаточно сильно влияют взаимно друг на друга. Факторы (PROT) и (FAT) отражают влияние условия кормления, содержания и здоровье животного, а также индивидуальные влияния отца и матери. Содержание белка и жира в молоке, зависит от возраста коровы, от лактационного периода, ее упитанности, наследственных качеств и т.п. Анализ эффектов градаций фактора процентное содержание белка в молоке (PROT) по влиянию на удой, продолжительность лактации и процентное содержание жира за 305 дней представлен в таблице 13.

Таблица 13 — LS оценка влияния эффектов градаций фактора МДБ% (PROT)

Группа	Голов	Дойные дни	Удой	Жир
I-группа				
≤2,79	1704	-16	-30	-0,06
2,80-2,89	3421	7	80	-0,04
2,90-2,99	3800	1	249	-0,01
3,00-3,09	1780	-3	221	0,06
≥3,10	2315	2	-675	0,07
Итого/Среднее	**13020**	**355**	**4525**	**3,94**
II-группа				
≤2,81	1110	-11	-16	-0,16
2,82-2,91	2453	-1	58	-0,06
2,92-3,01	3793	3	369	0,02
3,02-3,11	1257	2	149	0,07
≥3,12	1987	1	-860	0,08
Итого/Среднее	**10600**	**341**	**4860**	**3,96**
III-группа				
≤2,86	766	-13	-131	-0,15
2,87-2,96	2148	-1	134	-0,04
2,97-3,06	3056	4	287	0,00
3,07-3,16	1027	0	490	0,06
≥3,17	1605	1	-631	0,08
Итого/Среднее	**8602**	**337**	**5188**	**3,99**

Минимальные значения по МДБ% отрицательно влияет на удой за 305 дней, продолжительность лактации и процентное содержание жира в молоке. Низкое содержание белка в молоке свидетельствует о том, что животные недостаточно получают энергии с кормами, либо уровень кислотности в рубце коровы выше нормы, что приводит к гибели микроорганизмов по синтезу молочного жира и

белка, либо снижению их активности. Значение белка в молоке менее 2,99—2,91% свидетельствует о заболевании коров, следствием чего является преждевременное выбытии животных с дойки. Отрицательные эффекты градаций по удою выявлены в размере минус 16 — 131 кг, что относительно среднего составляет меньше на 2,5%; по жиру в пределах минус 0,15%, что относительно среднего меньше на 3,76%; по количеству дойных дней в пределах минус 16 дней, что относительно ниже среднего на 4,5%. Максимальные положительные эффекты по удою за 305 дней установлены в группах по содержанию белка 2,90 — 3,10%. Положительные эффекты градаций в данных группах составили 249—490 кг, и выше средних значений на 12,17—17,70%. А в группах животных с оптимальным содержанием белка в молоке более 3,10 — 3,17% получены наоборот максимальные отрицательные эффекты по удою за 305 дней, которые составили минус 675—860 кг, что меньше относительно среднего на 12,17—17,70%. Увеличение содержания белка позитивно отражается на содержание жира в молоке, максимальные положительные эффекты градаций по жиру установлены в группах с содержанием белка больше 3,1% и составили 0,07—0,08%, что относительно среднего больше на 2%. Таким образом, снижение процентного содержания белка в молоке служит важным сигналом о заболевании животного, которое приводит к снижению продолжительности лактации, удою за 305 дней и процентного содержания жира.

Оценка влияние эффектов градаций фактора (FAT) представлена в таблице 14. Максимальные отрицательные эффекты градаций по удою, продолжительности лактации и содержания белка за 305 дней выявлены в группах с минимальным содержанием жира в молоке менее 3,69 — 3,84%, которые составили по удою минус 645—738 кг, что в относительном выражении от среднего составляет минус 13,28 —14,23%; по белку минус 0,04 — 0,06%, что относительно среднего меньше на 1,36 — 2,01%; по количеству дойных дней минус 18 — 22 дня, что ниже среднего на 5,28 — 6,53%. Содержание жира в молоке ниже средних популяционных значений в большей степени свидетельствует о заболеваниях, которые приводят к преждевременной выбраковке коров и соответственно к снижению удоя.

Таблица 14 — LS оценка влияния эффектов градаций фактора МДЖ% (FAT)

Группа	Голов	Дойные дни	Удой	Белок
I-группа				
≤3,68	546	0	-707	-0,04
3,69-3,78	1214	-6	-253	-0,05
3,79-3,88	3398	1	95	0,28
3,89-3,98	4529	2	60	0,31
3,99-4,08	1766	-3	31	0,25
4,09-4,18	485	0	33	0,16
≥4,19	1082	-1	127	0,13
Итого/Среднее	**13020**	**355**	**4525**	**2,94**
II-группа				
≤3,70	440	-18	-645	-0,06
3,71-3,80	852	-13	-246	-0,06
3,81-3,90	2521	-4	93	-0,05
3,91-4,00	3801	4	95	-0,01
4,01-4,10	1656	1	98	0,04
4,11-4,20	352	6	111	0,12
≥4,21	978	10	320	0,14
Итого/Среднее	**10600**	**341**	**4860**	**2,96**
III-группа				
≤3,74	395	-22	-738	-0,01
3,75-3,84	998	-8	-22	-0,06
3,85-3,94	2417	2	35	-0,04
3,95-4,04	3022	1	38	0,00
4,05-4,14	682	1	45	0,07
4,15-4,24	242	13	83	0,12
≥4,25	846	7	504	0,10
Итого/Среднее	**8602**	**337**	**5188**	**2,99**

Увеличение процентного содержания жира наоборот свидетельствуют о здоровье коров, оптимальных условиях кормления и содержания, что способствует реализовать генетический потенциал животных и получить от них максимальную продуктивность за 305 дней. Максимальные значения жира в молоке одновременно сопровождаются максимальными значениями удоя и содержания белка в молоке. Положительные эффекты градаций в группах коров с содержанием жира 4,19% и более составили 127—504 кг, что превысило средние значения на 2,81—9,72%. Для белка оптимальные значения жира в зависимости от лактации установлены в пределах 3,89—4,24%, где максимальные положительные эффекты по белку составили 0,31%, что относительно среднего более чем на 8%. Таким образом, снижение процентного содержания жира в данной популяции приводит к снижению продолжительности лактации, удою за 305 дней и процентного со-

держания белка. И наоборот, максимальные значения свидетельствуют о здоровье животного и благоприятно влияют на удой за 305 дней и содержание балка в молоке.

Для повышения молочной продуктивности коров в условиях промышленной интенсивной технологии в Красноярском крае в качестве улучшающей много лет используют голштинскую породу, которая отличается высоким генетическим потенциалом молочной продуктивности и технологичностью. Оценка эффектов влияния градаций фактора кровность (GCOW) представлена в таблице 15. Позитивные значения эффектов градаций по удою наблюдались в группах коров с кровностью по голштинской породе от 59% и более, а наивысшие результаты установлены в группах от 77% и более. Максимальные положительные эффекты по удою составили 409—496 кг, что относительно среднего выше на 10%, при этом эффекты градаций по белку и жиру были отрицательными и составляли минус 0,01 — 0,07%, что ниже среднего на 0,34 — 1,78%. А максимальные положительные эффекты градаций по белку и жиру соответствовали группам животных с кровностью 45 — 53%, в которых гетерозиготность имела наибольший подъем, их значения относительно среднего на 2% были выше. У чистопородных коров красно-пестрой породы эффекты градаций по удою были незначительно ниже средних значений в популяции, и составляли минус 10 — 57 кг в зависимости от лактации, что меньше среднего около 1%. Максимальные отрицательные эффекты градаций по удою были в группах коров с кровностью менее 50% и составляли минус 215 — 246 кг, что ниже среднего на 4,45 — 5,44%; при этом эффекты по содержанию жира и белка в этих группах были максимально положительны и составляли 0,07 — 0,10%, что выше среднего на 2,33 —3,41%

Самые продолжительные лактации были в группах коров с максимальным уровнем гошлтинизации и максимальным удоем за 305 дней, что свидетельствует о затянувшемся сервис-периоде, либо его отсутствие. Таким образом, увеличение кровности по голштинской породе положительно влияет на удой за 305 дней, увеличивает продолжительность лактации, а на содержание жира и белка в молоке влияет отрицательно.

Таблица 15 — LS оценка влияния эффектов градаций фактора кровность (GCOW)

Группа	Голов	Дойные дни	Удой	Белок	Жир
I-лактация					
0	7920	0	-39	0,00	-0,01
≤44	974	18	-246	0,04	0,05
45-51	443	5	-53	0,10	0,10
52-58	473	-12	-28	0,01	0,01
59-65	702	5	43	-0,01	-0,01
66-72	1102	-3	110	-0,01	0,02
73-79	625	23	241	-0,05	-0,01
≥80	781	16	409	-0,07	-0,02
Итого/Среднее	**13020**	**355**	**4525**	**2,94**	**3,94**
II-лактация					
0	6685	-2	-10	-0,01	-0,01
≤42	715	0	-216	0,05	0,06
43-50	462	-6	-215	0,09	0,10
51-57	342	0	-169	0,03	0,02
58-64	547	5	-120	0,02	-0,02
65-71	704	7	85	0,01	0,00
72-78	570	2	175	0,00	0,02
≥79	575	12	496	-0,06	-0,01
Итого/Среднее	**10600**	**341**	**4860**	**2,97**	**3,96**
III-лактация					
0	5567	-2	-57	-0,02	-0,02
≤41	532	0	-20	0,04	0,05
42-48	217	3	-49	0,07	0,07
49-53	344	2	-24	0,07	0,10
54-61	366	2	-88	0,01	0,05
62-68	562	6	29	0,04	0,05
69-76	560	7	285	0,00	0,01
≥77	454	9	444	-0,01	-0,03
Итого/Среднее	**8602**	**337**	**5188**	**3,01**	**3,99**

Фактор инбридинг(INBR) является генотипическим и для его оценки в исследуемой популяции были сформированы группы, соответствующие классификациям отдаленного, умеренного, близкого и очень тесного инбридинга. Оценка влияния эффектов градаций фактора представлена в таблице 16.

В группах животных с максимальным коэффициентом инбридинга 12,6% и более, положительные эффекты градаций по удою были самыми высокими, в размере 38—236 кг, относительно средних значений больше на 5%. В группах с коэффициентом 3,2 —12,5%, эффекты градаций по удою были отрицательными и составили минус 54—357кг, что относительно среднего меньше на 1,20 — 6,89%. Группа животных с коэффициентом 3,1% и менее, были самой многочисленной и

составляла около 97% всего исследуемого поголовья, поэтому отрицательные и положительные эффекты в данной группе практически отсутствовали. Так же повышение коэффициента инбридинга позитивно влияло на продолжительность лактаций в сформированных группах.

Таблица 16 — LS оценка влияния эффектов градаций фактора инбридинг (INBR)

Группа	Голов	Дойные дни	Удой	Белок	Жир
≤3,1%	12689	0	0	0,00	0,00
3,2-6,2%	138	9	-117	0,07	-0,03
6,3-12,5%	111	13	-54	0,06	-0,04
≥12,6	82	2	236	0,02	-0,02
Итого/Среднее	**13020**	**355**	**4525**	**2,94**	**3,94**
≤3,1%	10312	0	1	0,00	0,00
3,2-6,2%	121	15	-66	0,04	-0,05
6,3-12,5%	97	-1	-63	0,05	-0,05
≥12,6	70	-6	219	0,01	-0,02
Итого/Среднее	**10600**	**341**	**4860**	**2,97**	**3,96**
≤3,1%	8359	0	6	0,00	0,00
3,2-6,2%	105	-6	-357	0,03	-0,07
6,3-12,5%	85	21	-126	0,04	-0,02
≥12,6	53	19	38	0,01	-0,04
Итого/Среднее	**8602**	**337**	**5188**	**3,01**	**3,99**

Поскольку в исследуемой популяции близкий и тесный инбридинг носит единичный характер, его влияние на продуктивность коров за 305 дней и продолжительность лактаций недостоверно, и поэтому как фактор (INBR) не может быть использован в оценке племенной ценности.

Таким образом, все основные воздействующие факторы при положительном влиянии на одни признаки продуктивности, оказывают отрицательное влияние на другие важные признаки. Так рост среднесуточной продуктивности сопровождается увеличением удоя за 305 дней, но при этом снижается качество молока, и наоборот. А увеличение или уменьшение срока лактации в 305 дней, приводит либо к снижению продуктивности, либо к увеличению продолжительности сервис-периода или его полному отсутствию, что является нежелательным для племенных хозяйств с точки зрения рентабельности. Поэтому оценка продуктивности животных за 305 дней должна проводиться в комплексе с другими важными полезно-хозяйственными признаками, и в частности с признаками долголетия.

3.2.2 Анализ фенотипической изменчивости признаков продуктивного долголетия

Для анализа фенотипической изменчивости признаков продуктивного долголетия были выбраны следующие показатели — общее количество дойных дней и показатели произведенной пожизненной продукции — молока, жира и белка в кг. Анализ влияния фенотипических и генотипических факторов на продуктивное долголетие проводился на выборке животных сформированных, в том числе для анализа продуктивности за 305 дней. Средние популяционные значения изучаемых признаков долголетия представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Средние популяционные значения изучаемых признаков

Признаки	Группы		
	I	II	III
Количество коров, голов	13020	10600	8602
Количество дойных дней	1406±6,8	1598±6,9	1802±6,9
Пожизненный удой, кг	21271±113,6	24332±116,9	27540±122,4
Пожизненный выход белка, кг	641±3,5	734±3,6	834±3,8
Пожизненный выход жира, кг	849±4,6	972±4,8	1102±5,0

Из паратипических факторов для оценки силы влияния (η^2) были выбраны следующие показатели: хозяйство, год и месяц отела; живая масса при отеле в кг и возраст отела в мес; удой за 305 дней в кг; содержание жира и белка в молоке в процентах; количество дойных дней за лактацию; сервис-период и сухостойный период в днях; кратность осеменений. Из генотипических факторов для оценки силы влияния (η^2) были выбраны следующие показатели: кровность по голштинской породе в процентах; коэффициент инбридинга в процентах по Райту-Кисловскому и случайный эффект отца быка. Для определения силы и достоверности влияния факторов, а также эффектов градаций факторов была использована статистическая базовая модель смешанного типа для каждой лактации:

$$y=\mu+H+YC+MC+A+W+DIM+MY305+FAT+PROT+FI+DD+DO+GCOW+INB+SIR+e, \quad (22)$$

где μ — среднее значение по выборке; фиксированные эффекты факторов представлены как: H — хозяйство; YC — год отела; MC — месяц отела; A — возраст отела в мес; W — живая масса при отеле в кг; DIM — количество дойных дней; MY305 — удой за 305 дней в кг; FAT — содержания жира в процентах; PROT — содержание белка в процентах; FI — кратность осеменения; DD — сухостойный период в днях; DO — сервис-период в днях; GCOW — процент кровности, INB — коэффициент инбридинга; а случайные как эффект отца —SIR и остаточный эффект (ошибка) — e.

Результаты дисперсионного анализа признаков по всем факторам в разрезе групп представлены в таблице 18. Для оценки влияния факторов на продуктивное долголетие в популяции коров красно-пестрой породы Красноярского края, было сформировано два варианта модели, одна базовая, вторая без учета фактора количества дойных дней (DIM). Во всех вариантах главным воздействующим фактором является хозяйство (H), сила влияния которого на количество дойных дней составила 48,29 — 61,24%; на пожизненный удой 40,88 — 44,78%; на выход белка 44,54 — 51,16%; на выход жира 48,53 — 50,88%, что говорит о существенной разнице в продолжительности жизни животных и пожизненным выходом продукции в различных хозяйствах. Фактор отражает влияние технологий используемых в хозяйствах и содержит генотипическую компоненту — степень голштинизации, поскольку сложившийся уровень кровности по голштинской породе различен в хозяйствах. Максимальное влияние фактора (H) в первой группе коров, в третьей снижается за счет выбытия животных менее всего приспособленных к технологии, используемой в хозяйствах, и в большей степени оказывает влияние на общее количество дойных дней, выход белка и жира, чем на пожизненный удой.

Сила влияния фактора год отела (YC) на количество дойных дней составила 4,82 — 5,30%; на пожизненный удой 1,56 — 3,42%; на выход белка 1,19 — 2,70%; на выход жира 1,33 — 3,05%, в большей степени воздействовала на количество дойных дней, чем на выход продукции. Влияние фактора месяц отела (MC) на признаки долголетия установлено незначительное, менее 1%.

Таблица 18 — Сила влияние факторов (η^2) на общее количество дойных дней и пожизненный удой, %

Факторы	Общее количество дойных дней						Пожизненный удой					
№ лактации	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
H	**61,24**	**56,16**	**48,51**	**61,05**	**56,04**	**48,29**	**44,78**	**42,87**	**40,95**	**44,67**	**42,78**	**40,88**
YC	**5,30**	**5,30**	**4,82**	**5,28**	**5,29**	**4,79**	**3,42**	**2,47**	**1,57**	**3,42**	**2,46**	**1,56**
MC	0,16	0,41	0,32	0,16	0,41	0,31	0,12	1,03	0,88	0,12	1,03	0,87
A	0,50	0,37	1,08	0,50	0,37	1,07	0,72	0,51	0,67	0,72	0,50	0,67
W	0,14	0,29	0,50	0,14	0,29	0,50	0,47	0,19	0,14	0,47	0,19	0,14
GCOW	**3,69**	**4,00**	**3,92**	**3,68**	**3,99**	**3,90**	**3,54**	**3,45**	**3,15**	**3,53**	**3,44**	**3,15**
INBR	0,15	0,16	0,30	0,15	0,16	0,30	0,12	0,10	0,20	0,12	0,10	0,20
DIM	-	-	-	0,37	0,31	0,68	-	-	-	0,28	0,12	0,18
MY305	**2,75**	**2,91**	**2,97**	**2,42**	**2,63**	**2,51**	**12,33**	**12,94**	**14,44**	**12,75**	**13,15**	**14,50**
PROT	**2,95**	**3,37**	**3,33**	**2,92**	**3,36**	**3,30**	**2,93**	**2,89**	**0,88**	**2,94**	**2,91**	**0,92**
FAT	0,27	0,30	0,35	0,27	0,30	0,35	0,38	0,36	0,35	0,40	0,35	0,34
FI	**18,58**	**21,50**	**25,14**	**19,09**	**21,75**	**25,78**	**24,37**	**25,51**	**26,68**	**23,99**	**25,69**	**26,83**
DD	0,15	0,15	1,19	0,17	0,16	1,19	0,40	0,32	1,44	0,37	0,31	1,43
DO	0,50	0,30	0,88	0,16	0,16	0,36	0,40	0,60	0,96	0,21	0,20	0,63
SIR	**3,61**	**4,77**	**6,70**	**3,63**	**4,77**	**6,67**	**6,01**	**6,78**	**7,69**	**6,01**	**6,76**	**7,69**
Модель	**76,14***	**65,44***	**54,24***	**76,38***	**65,58***	**54,50***	**57,70***	**55,20***	**49,50***	**57,84***	**55,32***	**49,58***
e	23,86	34,56	45,76	23,62	34,42	45,50	42,30	44,80	50,50	42,16	44,68	50,42

*— коэффициент детерминации R^2.

Таблица 19 — Сила влияние факторов (η^2) на пожизненный выход белка и жира в кг, %

Факторы	Выход белка, кг						Выход жира, кг					
№ лактации	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
H	**51,16**	**45,85**	**44,61**	**51,05**	**45,76**	**44,54**	**50,88**	**48,09**	**48,61**	**50,76**	**48,99**	**48,53**
YC	**2,70**	**1,84**	**1,19**	**2,69**	**1,83**	**1,19**	**3,05**	**2,24**	**1,34**	**3,05**	**2,23**	**1,33**
MC	0,11	1,01	0,86	0,11	1,01	0,86	0,11	0,96	0,79	0,11	0,96	0,79
A	0,65	0,47	0,64	0,65	0,47	0,63	0,64	0,45	0,59	0,64	0,45	0,59
W	0,41	0,18	0,17	0,41	0,18	0,17	0,45	0,17	0,11	0,45	0,17	0,11
GCOW	**3,20**	**3,11**	**3,04**	**3,19**	**3,11**	**3,03**	**3,40**	**3,32**	**3,09**	**3,40**	**3,32**	**3,09**
INBR	0,11	0,09	0,19	0,11	0,09	0,19	0,11	0,08	0,16	0,11	0,08	0,16
DIM	-	-	-	0,26	0,10	0,16	-	-	-	0,25	0,11	0,16
MY305	**10,74**	**13,44**	**13,39**	**11,08**	**13,51**	**13,48**	**10,80**	**12,74**	**12,30**	**11,12**	**12,72**	**12,34**
PROT	**3,58**	**3,81**	**1,66**	**3,60**	**3,84**	**1,71**	**3,08**	**2,69**	**0,84**	**3,09**	**2,70**	**0,88**
FAT	0,37	0,32	0,32	0,38	0,33	0,32	0,28	0,21	0,61	0,29	0,25	0,61
FI	**20,86**	**23,86**	**24,63**	**20,56**	**23,14**	**24,74**	**21,11**	**22,68**	**22,89**	**20,86**	**22,00**	**23,00**
DD	0,37	0,31	1,32	0,34	0,30	1,31	0,36	0,27	1,21	0,33	0,27	1,20
DO	0,36	0,53	0,88	0,19	0,17	0,56	0,35	0,51	0,82	0,18	0,17	0,56
SIR	**5,39**	**6,18**	**7,10**	**5,39**	**6,16**	**7,10**	**5,38**	**5,59**	**6,63**	**5,38**	**5,57**	**6,63**
Модель	**61,68***	**58,80***	**51,56***	**61,80***	**58,92***	**51,62***	**62,32***	**60,12***	**55,14***	**62,48***	**60,24***	**55,22***
e	38,32	41,20	48,44	38,20	41,08	48,38	37,68	39,88	44,86	37,52	39,76	44,78

*— коэффициент детерминации R^2.

Влияние технологии, фактора (H) и (YC) к третьей лактации снижается за счет выбытия животных менее всего приспособленных к ней, а индивидуальные качества животных влияющих на долголетие усиливаются. Об этом свидетельствует увеличение силы воздействия фактора удой за 305 дней (MY305), кратность осеменения (FI) и влияние отца фактор (SIR).

Вторыми по величине влияния на продуктивное долголетие является фактор кратность осеменения (FI). Сила влияния фактора на общее количество дойных дней составила 18,58 — 25,78%; на пожизненный удой 23,99 —26,83%; на выход белка 20,56 — 24,74%; на выход жира 20,86 —23,00%. Не осемененные коровы, с нарушенной функцией фертильности выбывают из стада, а продуктивное долголетие во многом определяется воспроизводительными способностями животных. При промышленной технологии производства молока у коров отмечаются нарушения репродуктивной функции. Все эти нарушения обуславливают яловость, т.е. преждевременное завершение стадной жизни, которая определяется отсутствием, либо низким результатом кратности осеменений.

На третьем месте по силе влияния на пожизненный удой, выход жира и белка установлен фактор удой за 305 дней (MY305). Сила влияния фактора на пожизненный удой составила 12,30 — 14,50%; на выход белка 10,74 — 13,51%; на выход жира 10,80 — 12,72%. Влияние фактора на общее количество дойных дней было небольшим и составило 2,42 — 2,97%. Многими исследованиями выявлено, что интенсивный раздой первотелок приводит к сокращению продолжительности жизни. При этом низкая продуктивность служит основанием для выбраковки коров, а высокая продуктивность для вынужденного забоя.

Из паратипических факторов на четвертом месте по силе влияния установлен фактор процентное содержание белка в молоке (PROT), который на все признаки долголетия оказывал практически равное воздействие, причем на общее количество дойных дней стабильно одинаково во всех группах. А на пожизненный удой, выход жира и белка в большей степени в первой группе и минимально в третьей. Сила влияния фактора на общее количество дойных дней установлена в размере 2,92 — 3,30%, на пожизненный удой 0,88 — 2,94%, на выход белка 1,66

— 3,60%; на выход жира 0,84 — 3,08%. Известно, что количество и состав молока определяются направленностью обмена веществ в организме. Низкое процентное содержание белка в молоке, как правило, свидетельствует о том, что в организме коровы по разным причинам имеются нарушения обмена веществ. Это приводит к нарушению функциональной деятельности всех органов, возникновению заболеваний и преждевременному выбытию коров из стада. И наоборот оптимальное процентное содержание белка в молоке свидетельствует об отсутствии заболеваний, что продлевает стадную жизнь животных и увеличивает выход пожизненной продукции.

Из генотипических факторов существенное влияние на долголетие оказывает отец — фактор (SIR) и кровность по голштинской породе — фактор (GCOW). Сила влияния фактора (SIR) на общее количество дойных дней установлена в размере 3,61 — 6,70%; на пожизненный удой в размере 6,01 — 7,69%; на выход белка в размере 5,39 — 7,10%; на выход жира 5,38 — 6,63%. Сила влияния фактора (GCOW) на общее количество дойных дней выявлена в размере 3,69 — 4,00%; на пожизненный удой в размере 3,15 — 3,90%; на выход белка 3,03 — 3,20%; на выход жира 3,09 — 3,40%. Хотя разделение коров на группы по проценту кровности носит условный характер, поскольку производится на основании расчетов, а не генетической экспертизы, анализ позволяет установить сокращение продолжительности продуктивной жизни коровы с ростом значения процента кровности в формируемых группах. Чем выше процент кровности, тем ниже результат по продуктивному долголетию. Наибольшее влияние фактор оказывает в первой группе, в третьей снижается за счет влияния увеличения возраста коров и выбытия животных, не приспособленных к технологии в хозяйствах.

Влияние фактора (DIM) — количество дойных дней в данной выборке составило менее 1%, а исключение для расчетов этого фактора во втором варианте не изменило распределение значений среди основных воздействующих факторов на продуктивное долголетие. В исследуемой выборке животных минимальная продолжительность лактации составляла 240 дней, так как с меньшим количеством дойных дней коровы не могут оцениваться по продуктивности. Максималь-

ное же влияние фактора (DIM) установлено впервые 270 дней лактации, поскольку из всех выбракованных коров за лактацию с даты отела 50% животных выбывает до этого дня. Включение фактора (DIM) в моделирование селекционного процесса по продуктивному долголетию целесообразно при использовании модели тестового дня для оценки продуктивности за 305 дней животных, выбывающих с лактации ранее 240 дня после отела.

Остальные факторы существенного влияния на продуктивное долголетие в данной популяции не оказали. Значение F-критерия было высоким по всем основным факторам.

Таким образом, основные факторы, влияющие на продуктивное долголетие это паратипические факторы, главные из которых фактор хозяйство (H), кратность осеменения (FI) и продуктивность (MY305). В меньшей степени процентное содержание белка в молоке (PROT) и год отела (YC). Из генотипических факторов на все признаки в равной степени существенное влияние оказывает фактор кровность по голштинской породе (GCOW) и достаточно большое влияние оказывает фактор бык-отец (SIR), причем в большей степени на выход пожизненной продукции, чем на количество дойных дней.

3.2.2.1 Оценка влияния эффектов градаций основных факторов на признаки продуктивного долголетия

В многофакторном дисперсионном анализе методом наименьших квадратов были получены оценки эффектов влияния градаций основных воздействующих факторов на признаки продуктивного долголетия. Оценка эффектов влияния градаций фактора стадо отела (H) на продуктивное долголетие представлена в таблице 20.

Анализ изменения продуктивного долголетия коров в разрезе трех групп показал значительную зависимость признаков от принадлежности хозяйству.

Таблица 20 — LS оценка влияния эффектов градаций фактора хозяйство (Н)

Хозяйство	Голов	Дойные дни	Удой	Белок	Жир
I-группа					
ОАО ПЗ Красный маяк	1690	-387	-4390	-146	-185
ОПХ Курагинское	180	703	11289	394	562
ЗАО Искра Ленина	479	799	6101	243	246
АО Тубинск	534	754	10279	368	480
ООО Тигрицкое	356	670	2168	101	43
ЗАО Имисское	317	487	4367	181	158
ОАО Новотаежное	108	11	320	1	-18
ЗАО Светлолобовское	1042	204	528	10	15
АО ПЗ Краснотуранский	462	437	11447	344	555
АО ПЗ Солгон	1764	-51	-2524	-87	-112
ЗАО Назаровское	3030	-208	710	15	22
ЗАО Марининское	25	1033	8571	246	326
АО Березовское	345	477	5771	207	260
ООО ОПХ Солянское	85	1042	8270	300	358
АО КСС	1546	-337	-4163	-145	-177
ЗАО Большеуринское	1057	-98	-4942	-161	-209
Итого/Среднее	**13020**	**1406**	**21271**	**641**	**849**
II-группа					
ОАО ПЗ Красный маяк	1181	-361	-3452	-122	-150
ОПХ Курагинское	506	506	8231	300	440
ЗАО Искра Ленина	607	607	2995	148	125
АО Тубинск	548	548	7066	269	351
ООО Тигрицкое	492	492	-748	13	-74
ЗАО Имисское	317	317	1607	97	48
ОАО Новотаежное	-157	-157	-2355	-81	-126
ЗАО Светлолобовское	140	140	-600	-25	-31
АО ПЗ Краснотуранский	262	262	8653	259	444
АО ПЗ Солгон	-122	-122	-3702	-124	-160
ЗАО Назаровское	-173	-173	2300	61	83
ЗАО Марининское	923	923	6587	184	246
АО Березовское	364	364	3994	154	190
ООО ОПХ Солянское	877	877	5705	223	256
АО КСС	-211	-211	-1670	-77	-82
ЗАО Большеуринское	-154	-154	-6155	-200	-259
Итого/Среднее	**10600**	**1598**	**24332**	**734**	**972**
III-группа					
ОАО ПЗ Красный маяк	799	-324	-2297	-91	-108
ОПХ Курагинское	174	334	5460	215	329
ЗАО Искра Ленина	474	418	33	56	5
АО Тубинск	530	366	4134	178	232
ООО Тигрицкое	347	305	-3722	-80	-195
ЗАО Имисское	304	125	903	4	-75
ОАО Новотаежное	89	-258	-1389	-125	-184
ЗАО Светлолобовское	793	94	998	-49	-62
АО ПЗ Краснотуранский	416	154	9565	214	391
АО ПЗ Солгон	1163	-107	-1071	-118	-150
ЗАО Назаровское	1745	-171	5673	91	122
ЗАО Марининское	23	797	6748	115	158
АО Березовское	296	254	4369	94	113
ООО ОПХ Солянское	83	659	4497	113	113
АО КСС	676	-114	2739	-19	-2
ЗАО Большеуринское	690	-145	-4139	-212	-272
Итого/Среднее	**8602**	**1802**	**27540**	**834**	**1102**

По уровню продуктивного долголетия коров лучшие показатели установлены в хозяйствах ОПХ Курагинское, АО Тубинск, АО ПЗ Краснотуранский, ЗАО Марининское, ООО ОПХ Солянское. Максимальные положительные эффекты по общему количеству дойных дней составляли 797 — 1042 дня, что относительно средних значений больше на 44,23—74,11%; по удою 6748 — 11447 кг, что больше среднего 24,51—53,82%; по выходу белка 215 — 368 кг, что относительно среднего больше на 25,78—57,41%; по выходу жира 329 — 555 кг, что больше среднего на 29,86—65,38%. Отрицательные эффекты градаций установлены в хозяйства ОАО ПЗ Красный маяк, АО ПЗ Солгон, ЗАО Большеуринское и ОАО Новотаежное. Максимальные отрицательные значения по количеству дойных дней составили минус 324 — 387 дней, что меньше среднего на 17,98—27,53%; по удою 3452 — 4942 кг, относительно среднего ниже на 14,19—23,24%; по выходу белка минус 161 — 212 кг , что относительно среднего ниже на 25,12—27,25%; по выходу жира минус 209 — 272 кг, меньше среднего на 24,62—26,65%. Разница в продолжительности стадной жизни коров и количестве полученной пожизненной продукции одной популяции животных в разных хозяйствах может достигать 80%, при этом у хозяйств с положительными эффектами по долголетию могут быть как положительные так и отрицательные эффекты по продуктивности за 305 дней. Такие хозяйства как ОПХ Курагинское, ЗАО Искра Ленина, АО Тубинск, ООО Тигрицкое, ЗАО Имисское, ОАО Новотаежное, ЗАО Светлолобовское, ЗАО Марининское, АО Березовское, ООО ОПХ Солянское одновременно имеют положительные эффекты по продуктивному долголетию и отрицательные эффекты по продуктивности за 305 дней. Однако возможность создания оптимальных технологий для животных, в которых высокая продуктивность сочетается с продолжительной жизнью коров, имеется, например хозяйство АО ПЗ Краснотуранский, в котором высокая продуктивность коров сопровождается максимальным продуктивным долголетием. Одновременно с этим, отрицательные эффекты по продуктивному долголетию не всегда сопровождаются высокой продуктивностью за 305 дней. Так, хозяйства АО Солгон и ЗАО Большеуринское имеют отрицательные эффекты градаций по всем признакам долголетия и отрицательные эффекты по

продуктивности за 305 дней, на основании чего можно сделать вывод, что продолжительность стадной жизни коров не всегда зависит от максимальных удоев и интенсивных нагрузок на организм коров, но и в целом от создания оптимальных условий для жизни животных. Таким образом, при создании благоприятных условий и разумных технологий для животных, имеется возможность достигнуть как высокой продуктивности, так и продолжительной продуктивной жизни молочных коров.

Оценка влияния эффектов градаций фактора год отела (YC) показана в таблице 21. Наилучшие результаты по продуктивному долголетию были у коров 2003 и 2004 года первого отела, 2004 и 2005 год второго отела, 2005и 2006 года третьего отелов.

Таблица 21 — LS оценка влияния градаций фактора год отела (YC)

Группа	Голов	Дойные дни	Удой	Белок	Жир
I-группа					
2002	1427	18	-402	-24	-23
2003	2420	33	378	4	10
2004	3416	-3	461	10	16
2005	3621	-32	-340	-4	-9
2006	1998	18	-188	6	-2
2007	138	-100	-2244	-45	-90
Итого/Среднее	**13020**	**1406**	**21271**	**641**	**849**
II-группа					
2003	882	21	-39	-16	-10
2004	1904	32	226	-2	2
2005	2786	-3	457	8	16
2006	2867	-13	-62	4	2
2007	1924	-12	-544	-4	-14
2008	160	30	-1230	-24	-44
2009	77	-172	-3240	-70	-136
Итого/Среднее	**10600**	**1598**	**24332**	**734**	**972**
III-группа					
2004	660	-36	-848	-44	-46
2005	1516	41	291	-2	2
2006	2151	22	829	20	32
2007	2341	-23	-27	4	3
2008	1653	-19	-813	-11	-23
2009	212	10	-600	-4	-21
2010	69	-53	-1927	-27	-82
Итого/Среднее	**8602**	**1802**	**27540**	**834**	**1102**

Максимальные положительные эффекты составили по количеству дойных дней 32 —41 день, что выше среднего на 2,01 — 2,28%; по удою 378 —829 кг, что выше среднего на 1,78 — 3,01%; по выходу белка 8 — 20 кг, что больше среднего на 1,09 — 2,40%; по выходу жира 10 — 32 кг, больше среднего на 1,18 —2,91%. Наименьшие результаты по продуктивному долголетию показали коровы 2007 года первого отела, 2009 года второго отела и 2010 года третьего отела. Отрицательные эффекты градаций по удою составили минус 1927 — 3240 кг, что относительно среднего меньше на 10,55 —13,22%; по количеству дойных дней минус 53 — 172 дня, что меньше среднего на 7 — 10,77%; по выходу белка минус 27 — 70 кг, что ниже среднего на 3,24 — 9,54%; по жиру минус 82 —136 кг, ниже среднего на 7,45 — 14,00%. Из таблицы 21 видно, что отрицательные и положительные эффекты градаций фактора (YC) прежде всего, связаны с возрастом коров в отеле. Как ранние, так и в большей степени поздние по возрасту отелы сопровождаются снижением продолжительности жизни и выходом пожизненной продукции. Отрицательные эффекты по долголетию ранних отелов предположительно связаны с физиологической незрелостью животных для стельности, а поздние отелы с нарушением фертильности или отсталым развитием организма коров. Поэтому фактор год отела (YC) в анализе продуктивного долголетия в большей степени показывает влияние возраста отела коров в сочетании с условиями содержания и кормления.

Оценка силы влияния градаций фактора удой за 305 дней (MY305) на продуктивное долголетие коров представлена в таблице 22. Установлено, что при увеличении продуктивности коров снижается их долголетие. Максимальный раздой первотелок позволяет оценить уровень молочной продуктивности, но с другой стороны является причиной преждевременного выбытия животных из-за интенсивных нагрузок на молодой организм. Из таблицы 22 видно, что раздой первотелок более 5750 кг в первой лактации приводит к снижению общего количества дойных дней. Отрицательный эффект градаций был максимальным и составлял минус 178 дней, что относительно средних значений меньше на 13%. К отрицательным эффектам продуктивного долголетия приводит не только максимальный

раздой первотелок, но и максимальная продуктивность во второй и третьей лактации. С увеличением удоев во второй лактации более 6100 кг, отрицательный эффект по количеству дойных дней составил минус 107 дней, что меньше среднего на 6,7%; а в третьей лактации при увеличении удоев более 6470 кг, отрицательный эффект составил минус 52 дня, что ниже среднего на 2,9%.

Таблица 22 — LS оценка влияния градаций фактора удой 305 дней (MY305)

Группа	Голов	Дойные дни	Удой	Белок	Жир
I-группа					
≤3249	1755	245	-1521	-33	-68
3250-3749	1724	140	-907	-29	-38
3750-4249	2033	43	-800	-22	-30
4250-4749	1925	-46	-536	-19	-18
4750-5249	1927	-64	589	12	25
5250-5749	1661	-116	1336	34	57
≥5750	1995	-178	1774	46	70
Итого/Среднее	**13020**	**1406**	**21271**	**641**	**849**
II-группа					
≤3599	1780	149	-3447	-88	-143
3600-4099	1243	94	-1835	-46	-72
4100-4599	1437	20	-1413	-39	-55
4600-5099	1437	-4	-9	-1	2
5100-5599	1651	-78	617	10	25
5600-6099	1387	-95	1966	50	78
≥6100	1665	-107	4033	112	162
Итого/Среднее	**10600**	**1598**	**24332**	**734**	**972**
III-группа					
≤3969	1564	40	-3260	-88	-138
3970-4469	1070	34	-1988	-55	-83
4470-4969	1240	31	-890	-26	-37
4970-5469	1235	-12	-336	-12	-14
5470-5969	1081	-45	257	2	8
5970-6469	886	-48	1478	38	62
≥6470	1526	-52	4690	135	200
Итого/Среднее	**8602**	**1802**	**27540**	**834**	**1102**

И, наоборот, при минимальной продуктивности в первой, второй и третьей лактации, количество дойных дней максимально, а положительные эффекты градаций больше средних значений на 17,4% в первой лактации, на 9,3% во второй и 2,2% в третьей лактации соответственно. Таким образом, максимальная продуктивность и продолжительность жизни отрицательно влияют друг на друга. С увеличением выхода пожизненной продукции снижается общее количество дойных

дней и, наоборот, при увеличении количества дойных дней снижается общий выход продукции. Максимальные отрицательные эффекты градаций составили минус 1521—3260 кг по удою, что ниже среднего на 7,15—14,17%; минус 33 — 88 кг по белку, меньше средних значений на 5,15—11,99%; а по выходу жира минус 68—138 кг, что меньше среднего на 8,01—12,53%. Таким образом, увеличение продуктивности коров за 305 дней увеличивает пожизненный выход продукции, но при этом снижает продолжительность жизни животных.

Оценка влияния эффектов градаций фактора количество дойных дней для каждой лактации (DIM) представлена в таблице 23. Из таблицы 23 видно, что укороченные и удлиненные лактации в первой и второй лактации приводят к снижению продуктивного долголетия, а в третьей только укороченные лактации.

Выбытие коров с лактации раньше 305 дойных дней во всех лактациях приводит к отрицательным эффектам по все признакам продуктивного долголетия. Максимальные отрицательные эффекты градаций для укороченных лактаций составляли по количеству дойных дней минус 61 — 128 дней, что относительно средних значений меньше на 3,39 —9,11%; по удою минус 1591 — 2821 кг, что составляет минус 5,78 — 13,27% от средних значений; по белку минус 48 — 104 кг, что меньше среднего на 5,76 —14,17%; по жиру минус 68 — 116 кг, что меньше среднего на 6,17 — 13,67%.Так же к отрицательным эффектам по продуктивному долголетию приводят удлиненные лактации, продолжительность которых более 464 — 512 дней для второй и первой лактации соответственно. Максимальные отрицательные эффекты для удлиненных лактаций составляли по количеству дойных дней минус 49 — 97 дней, что относительно среднего 3,5 — 6,07%%; по удою минус 611 — 1933 кг, что относительно среднего меньше на 2,52 — 9,09%; по белку минус 24 —62 кг, относительно среднего меньше на 3,27 — 9,68% и по жиру минус 32 —76 кг, относительно среднего ниже на 3,10 — 8,96%.

Лучшими для продуктивного долголетия установлены лактации продолжительностью 358 — 441 день после первого отела; 347 — 416 дней после второго отела, 559 — 959 дней после третьего отела.

Таблица 23 — LS оценка влияния градаций фактора количество дойных дней (DIM)

Группа	Голов	Дойные дни	Удой	Белок	Жир
I-группа					
240-260	632	-128	-2821	-85	-116
261-279	1427	-25	-408	-14	-18
280-301	2104	-16	-97	-3	-4
302-331	2430	11	28	8	10
332-357	1649	18	39	1	2
358-395	1668	36	672	21	28
396-441	1276	53	1086	35	47
442-511	946	30	280	11	14
512-606	532	-24	-487	-14	-18
606-988	356	-49	-1933	-62	-76
Итого/Среднее	**13020**	**1406**	**21271**	**641**	**849**
II-группа					
240-260	586	-120	-2462	-104	-75
261-281	1628	-23	-318	-14	-10
282-303	1891	-14	-264	-13	-8
304-321	1374	-8	-170	-9	-5
322-346	1444	7	109	5	3
347-372	1095	36	453	19	15
373-416	1113	36	421	18	13
417-463	639	23	148	7	3
464-545	508	-3	-584	-19	-18
546-969	322	-97	-611	-24	-32
Итого/Среднее	**10600**	**1598**	**24332**	**734**	**972**
III-группа					
240-264	679	-61	-1591	-48	-68
265-282	1220	-34	-408	-13	-20
283-301	1456	-12	-387	-11	-18
302-322	1320	-15	-330	-9	-12
323-347	1217	7	268	9	10
348-377	906	43	788	24	35
378-421	740	11	1034	30	45
422-479	537	40	1056	33	47
480-558	323	60	1290	47	63
559-959	204	113	1651	54	76
Итого/Среднее	**8602**	**1802**	**27540**	**834**	**1102**

В третьей группе удлиненным лактациям соответствовали максимальные положительные эффекты, в силу того, что к концу третьей лактации выбывает 90 % всех коров. Максимальные положительные эффекты градаций составили 36 — 113 дойных дня, что выше среднего на 2,3 — 6,27%; 453 — 1651 кг молока по удою, что больше среднего на 1,87 — 6,00%; по белку 19 — 54 кг и по жиру 15 — 76 кг, что больше средних значений на 2,59 —6,48% и 1,55 — 6,90% соответст-

венно. В оценке продуктивного долголетия продолжительность лактации (DIM) имеет большое значение для оценки животных по количеству дойных дней. Установлено, что до 50% выбывших животных после отелов выбраковываются впервые 270 дней лактации, продуктивность которых не оценивается. Поэтому для комплексной оценки коров по продуктивному долголетию и продуктивности за 305 дней в выборке участвуют только коровы, срок лактаций которых 240 дней и более, для которых сила влияния фактора (DIM) невысокая.

Оценка эффектов градаций по процентному содержанию белка в молоке (PROT) представлена в таблице24.

Таблица 24 — LS оценка влияния градаций фактора МДБ% (PROT)

Группа	Голов	Дойные дни	Удой	Белок	Жир
I-группа					
≤2,79	1704	-249	-3577	-132	-159
2,80-2,89	3421	-215	-3072	-106	-133
2,90-2,99	3800	-134	-1050	-39	-46
3,00-3,09	1780	110	3015	94	135
≥3,10	2315	636	6578	247	285
Итого/Среднее	**13020**	**1406**	**21271**	**641**	**849**
II-группа					
≤2,81	1110	-154	-2600	-108	-123
2,82-2,91	2453	-201	-3023	-109	-133
2,92-3,01	3793	-113	-111	-12	-6
3,02-3,11	1257	55	1897	62	87
≥3,12	1987	515	4197	178	190
Итого/Среднее	**10600**	**1598**	**24332**	**734**	**972**
III-группа					
≤2,85	766	-132	-2772	-118	-134
2,86-2,95	2148	-120	-929	-48	-45
2,96-3,05	3056	-101	-350	0	11
3,06-3,15	1027	114	1150	49	59
≥3,16	1605	343	1164	89	67
Итого/Среднее	**8602**	**1802**	**27540**	**834**	**1102**

По результатам анализа установлено, что при снижении процентного содержания белка менее 2,99—3,05% сокращается общее количество дойных дней и пожизненный выход продукции. Максимальные отрицательные эффекты градаций по количеству дойных дней составили минус 132—249 дней, что относительно средних значений меньше на 7,3—17,7%; по пожизненному удою минус 2772—3577 кг, что относительно среднего ниже на 10,07—16,82%; по выходу

белка минус 118—132 кг, что ниже среднего на 14,15—20,60%; по выходу жира минус 134—159 кг, что относительно средних значений меньше на 12,16—18,73%.

И, наоборот, с ростом процентного содержания белка в молоке более 3,00% происходит увеличение продолжительности жизни и выход пожизненной продукции. Максимальные положительные эффекты градаций по количеству дойных дней составили 343 — 636 дня, что относительно средних значений больше на 19,04 — 45,24%; по удою 1164 — 6578 кг, что относительно среднего больше на 4,23—30,93%; по выходу белка 89 — 247 кг, что больше среднего на 10,68 — 38,54%; по выходу жира 67 — 285 кг, что относительно средних значений больше 6,08—33,57%.

Таким образом, фактор (PROT) в оценке племенной ценности и текущей зоотехнической работе может служить индикатором показателя здоровья животных, от которого зависит долголетие и количество пожизненной продукции.

Продуктивное долголетие коров во многом определяется воспроизводительными способностями животных. Существенной причиной снижения продолжительности жизни служит низкий показатель репродуктивной функции коров. При промышленной технологии производства молока у коров отмечаются ее нарушения, которые обуславливают яловость, т.е. преждевременное завершение стадной жизни. Одним из важных показателей параметров воспроизводства стада является кратность осеменений на одно плодотворное КОС фактор (FI). Результативность осеменений считается отличной при КОС равным 1,5; хорошей при 1,6-1,8; удовлетворительной при 1,9-2,0; низкой при 2,0. Оценка эффектов влияния градаций фактора (FI) представлена в таблице 25.

Отрицательные эффекты градаций были установлены в группах без осеменения во всех трех лактациях, их значения составляли минус 715 — 1006 дойных дней, что ниже среднего значения на 39,68 — 71,5%; по удою минус 10419—15686 кг, относительно среднего меньше на 37,84—73,75%; по выходу белка минус 332— 479 кг, относительно среднего меньше на 39,81 — 74,73%; по выходу жира минус 427 — 628 кг, ниже среднего на 38,75% — 73,97%.

Таблица 25 — LS оценка влияния эффектов градаций фактора КОС (FI)

Группа	Голов	Дойные дни	Удой	Белок	Жир
I-группа					
1,00	6270	87	1241	40	52
2,00	3442	95	1339	38	53
3,00	1207	35	1050	31	37
4,00	547	21	1004	16	19
5,00	585	16	946	21	31
0,00	969	-1006	-15686	-479	-628
Итого/Среднее	**13020**	**1406**	**21271**	**641**	**849**
II-группа					
1,00	5285	80	1056	35	43
2,00	2647	61	1175	36	50
3,00	1041	11	112	7	11
4,00	443	89	1953	55	70
5,00	388	107	2702	78	109
0,00	796	-853	-13176	-411	-533
Итого/Среднее	**10600**	**1598**	**24332**	**734**	**972**
III-группа					
1,00	4162	58	573	20	25
2,00	2225	67	1103	34	47
3,00	843	64	1061	32	37
4,00	369	49	1178	31	39
5,00	299	140	3909	115	156
0,00	704	-715	-10419	-332	-427
Итого/Среднее	**8602**	**1802**	**27540**	**834**	**1102**

В группы вошли животные, по разным причинам, оставшиеся без осеменения, это могли быть коровы, не пришедшие в охоту с нарушенной функцией фертильности, выбывшие с дойки преждевременно из-за заболеваний, либо полученных травм и т.д.

В первой группе максимальные положительные эффекты установлены в группах коров с кратностью осеменения 1,0 и 2,00 в первой лактации, которые составили по количеству дойных дней 87—95 дойных дня, что больше среднего на 6,19—6,76%; по удою 1241—1339 кг, что относительно среднего выше на 5,8—6,3%; по выходу белка 40—38 кг, больше среднего на 5,9—6,2%; по выходу жира 52—53 кг, больше на 6,2% от средних значений.

Во второй и третьей группе максимальные положительные эффекты градаций были получены с кратностью осеменения 5,00 и более во второй и третьей лактации, и составляли по количеству дойных дней 107—140 дойных дня, отно-

сительно средних значений больше на 6,7—7,8%; по удою 2702—3909 кг, что на 11,11—14,20% больше средних значений; по выходу белка 78—115 кг, больше на 10,63—13,79% и по выходу жира 109—156 кг, что относительно среднего выше на 11,22—14,16%. Во второй и третьей лактации, высокопродуктивным коровам требуется больше времени на восстановления здоровья после отела, чем в первую лактацию. Коровы, многократно осемененные остаются длительное время не стельными, поэтому лактации у таких коров достаточно продолжительные, кратность осеменения большая, а пожизненная продуктивность выше остальных животных. Таким образом, фактор (FI) является одним из самых значимых факторов для продолжительности жизни животных, а разница в выходе пожизненной продукции между группами животных без осеменения и осемененных может достигать до 70%.

Из генотипических факторов были проанализированы эффекты градаций кровности по голштинской породе (GCOW) и инбридинг (INBR). Оценка влияния фактора кровность по голштинской породе (GCOW) представлена в таблице 26.

Известно, что при межпородном скрещивании, меняется уровень гетерозиготности среди потомков. А у полукровных животных наблюдается больший подъем гетерозиготности, что мы наблюдаем у коров с кровностью 45 — 51% в первой группе, 43 — 50% во второй группе, 42 — 53% в третьей группе, в которых установлены наивысшие положительные результаты эффектов градаций по продуктивному долголетию, значения которых составили по количеству дойных дней 176 — 250 дня, что относительно средних значений больше на 11,02 — 17,78%; по удою 1499 — 3001 кг, что относительно средних значений выше на 6,16 — 14,11%; по выходу белка 66 — 112 кг, что выше среднего на 9,00 — 17,48%; по выходу жира 79 — 138 кг, в относительном выражении от среднего значения выше на 8,13 — 16,26%.

Отрицательные эффекты градаций были получены в первой и второй группе коров с кровностью более 51%, и в третьей более 62%. Максимальные отрицательные значения которых составляли по дойным дням минус 242 — 319 дней, что относительно среднего меньше на 15,15 — 22,69%; по удою минус 2286—

3952 кг, что ниже средних значений на 9,40 — 18,58%; по белку минус 82 — 129 кг, что относительно среднего ниже на 11,18—20,13%; по жиру минус 95—161 кг, ниже среднего на 9,78—18,97%.

Таблица 26 —LS оценка влияния градаций фактора кровность (GCOW)

Группа	Голов	Дойные дни	Удой	Белок	Жир
I-группа					
0	7920	52	914	26	35
≤44	974	124	792	35	42
45-51	443	250	3001	112	138
52-58	473	2	-529	-8	-15
59-65	702	-53	-1391	-39	-59
66-72	1102	-177	-2673	-80	-106
73-79	625	-258	-3332	-106	-137
≥80	781	-319	-3952	-129	-161
Итого/Среднее	**13020**	**1406**	**21271**	**641**	**849**
II-группа					
0	6685	19	420	10	14
≤42	715	104	369	24	27
43-50	462	176	1499	66	79
51-57	342	18	-450	-3	-8
58-64	547	18	-332	-5	-17
65-71	704	-90	-1484	-44	-59
72-78	570	-170	-1874	-58	-76
≥79	575	-242	-2286	-82	-95
Итого/Среднее	**10600**	**1598**	**24332**	**734**	**972**
III-группа					
0	5567	3	132	0	2
≤41	532	111	303	116	26
42-48	217	202	1565	49	81
49-53	344	127	659	-11	43
54-61	366	96	918	-138	43
62-68	562	-72	-1919	31	-71
69-76	560	-110	-1032	-37	-45
≥77	454	-134	-312	102	-18
Итого/Среднее	**8602**	**1802**	**27540**	**834**	**1102**

Стоит отметить, что после третьей лактации отрицательные эффекты по удою не всегда сопровождаются отрицательными эффектами по выходу белка или жира, поскольку в большей степени на выход продукта влияет процентное содержание белка или жира, а не количество удоя. Так, в третьей группе у коров с кровностью 77% и более, отрицательные эффекты градаций по количеству дойных дней составили минус 134 дня, что ниже среднего на 7,4%; а по удою минус

312 кг, что ниже среднего на 1,14%. При этом эффекты по белку были положительными и составляли 102 кг, что выше среднего на 12,23%, а по жиру отрицательными и составляли минус 18 кг, что ниже среднего на 1,64%. А у коров с кровностью 54 — 61% по количеству дойных дней, удою и выходу жира эффекты градаций были положительные, а по выходу белка отрицательные. Так, по количеству дойных дней положительные эффекты градаций составили 96 дней, что выше среднего на 5,33%; по удою 918 кг, что выше среднего на 3,34%; по выходу жира 43 кг, что выше среднего на 3,91; а по выходу белка эффекты градаций были отрицательными и составили минус 138 кг, что ниже среднего на 16,55%.

У чистопородных коров красно-пестрой породы во всех трех группах по всем признакам продуктивного долголетия были получены положительные эффекты, а максимальные значения установлены в первой группе. Их значения по количеству дойных дней составили 52 дня, больше среднего на 3,7%; по удою 914 кг, больше среднего на 4,3%; по белку 26кг, выше среднего на 4,06%; по жиру 35 кг, что выше среднего на 4,13%.

На основании полученных результатов можно сделать выводы, что увеличение процента кровности за счет использования голштинских быков на чистопородных коровах красно-пестрой породы приводит к ухудшению показателей по продуктивному долголетию и чем выше кровность в группах, тем ниже отрицательный результат по долголетию. Таким образом, можно сделать выводы о том, что фактор кровность (GCOW) существенно влияет на фенотипическое разнообразие по продуктивному долголетию коров, особенно в раннем возрасте животных, в первой и второй лактации. Для получения желательного генотипа, необходимо учитывать кровность не только отца, но и кровность матери будущего пробанда. А оценку племенной ценности коров данной популяции по продуктивному долголетию осуществлять среди животных одного производственного класса (GCOW).

Приемы инбридинга, используются в селекции для закрепления признаков у выдающихся особей. Полученное потомство может обладать как высокой продуктивностью, так и одновременно пониженной жизнеспособностью. В хозяйствах

Красноярского края используют приемы разведения и селекции в основном с использованием умеренного и отдаленного инбридинга, либо не используют совсем. Поэтому количество коров с близким родством не превышает 3,7 % в каждой группе. Результаты оценки эффектов градаций фактора инбридинг (INBR) представлены в таблице 27.

Таблица 27 —LS оценка влияния эффектов градаций фактора инбридинг(INBR)

Группа	Голов	Дойные дни	Удой	Белок	Жир
I-группа					
≤3,1%	12689	-5	-71	-2	-3
3,2-6,2%	138	219	2614	86	96
6,3-12,5%	111	220	3265	107	127
≥12,6%	82	89	2218	70	84
Итого/Среднее	**13020**	**1406**	**21271**	**641**	**849**
II-группа					
≤3,1%	10312	-4	-59	-2	-2
3,2-6,2%	121	181	1958	66	69
6,3-12,5%	97	171	2400	82	92
≥12,6%	70	57	1954	62	72
Итого/Среднее	**10600**	**1598**	**24332**	**734**	**972**
III-группа					
≤3,1%	8359	-4	-47	-2	-2
3,2-6,2%	105	133	925	34	24
6,3-12,5%	85	125	1445	53	52
≥12,6%	53	134	3251	101	122
Итого/Среднее	**8602**	**1802**	**27540**	**834**	**1102**

Максимальные положительные эффекты градаций установлены в группах коров, значение коэффициента инбридинга в которых составило 3,2 — 12,5% в первой и второй лактации. По количеству дойных дней 171 — 220 дней, что выше среднего на 10,7—15,7%; по удою 1958 — 3265 кг, что больше среднего на 8,05 — 15,35%; по выходу белка 66 — 107 кг, что больше среднего на 9,00 — 16,7%; по жиру 92—127 кг, что больше среднего на 9,47—14,96%. Более жизнеспособными и высокопродуктивными показали себя коровы с коэффициентом инбридинга 12,6% и выше, положительные эффекты градаций которых по всем признакам были максимальными в третьей группе коров.

Отрицательные эффекты градаций были получены в группах животных с коэффициентом 3,1% и менее и не превышали 0,5% по всем признакам.

Так как, в популяции коров красно-пестрой породы Красноярского края тесный и близкородственный инбридинг носит единичный характер, его влияние в анализе недостоверно. Поэтому в оценке племенной ценности коров красно-пестрой породы по продуктивному долголетию в данной выборке фактор инбридинг (INBR) учитывать не нужно.

Таким образом, все основные факторы могут оказывать как положительное, так и отрицательное воздействие на продуктивное долголетие коров, либо на один признак положительное, а на другой отрицательное. Так рост продуктивности за 305 дней увеличивает выход пожизненной продукции, но при этом сокращается общее количество дойных дней. А отклонения от установленной нормы продолжительности лактации в 305 дней, как в меньшую, так и в большую сторону приводит к сокращению продолжительности жизни и выходу пожизненной продукции. Отсутствие осеменения, либо многократное безрезультативное осеменение коров свидетельствует о короткой продуктивной жизни животных, но в то же время для высокопродуктивных коров многократное осеменение считается нормальным, увеличивая продолжительность их жизни и выход пожизненной продукции. При этом увеличение кровности по голштинской породе приводит к снижению показателей всех признаков продуктивного долголетия, как и снижение процентного содержания белка в молоке ниже нормы.

Поэтому, в племенной работе важно знать силу и величину влияния как паратипических так и генотипических факторов. Эти оценки можно использовать для корректировки индивидуальной продуктивности и корректного ранжирования животных по их генетической ценности. В то же время информацию о влиянии основных воздействующих факторах можно использовать для принятия решений по кормлению и содержанию животных, которые повысят продуктивное долголетие стада, а данные использовать для расчета генетических параметров и оценки племенной ценности.

3.3 Оценка эффективности селекции молочного скота по продуктивному долголетию при индексной оценке

3.3.1 Эффективность биометрических моделей

В таблице 28 представлены оценки коэффициентов детерминации по 72 биометрическим моделям для признаков продуктивности за 305 дней, продолжительности лактации и продуктивного долголетия. Значения коэффициентов детерминации в зависимости от группы животных установлены в следующих пределах — для признаков продуктивности за 305 дней по удою 83,03 — 94,17%; по МДЖ% 37,47 — 50,16%; по МДБ% 55,71 — 69,04%. Для признаков продуктивного долголетия по общему количеству дойных дней 54,24 — 76,38%; по удою 49,50 — 57,84%; по выходу жира 55,14 — 62,48%; по выходу белка 51,56 — 61,80%. Для признака продолжительность лактации 71,74 — 78,30%.

После исключения факторов с минимальным воздействием, эффективность биометрических моделей изменилась незначительно. Снижение коэффициентов детерминации произошло в среднем по всем признакам на 2 — 5%, а по удою за 305 дней наоборот, произошло увеличение на 2 —5%.

Для оценки удоя за 305 дней коров красно-пестрой породы в каждой лактации оба варианта модели имели одинаково высокие коэффициенты детерминации, поэтому как первый, так и второй вариант можно использовать для анализа, в зависимости от наличия имеющейся информации по коровам, где Y — признак коровы по удою за 305 дней:

1)Y=H+YC+MC+DIM+MY24+e; 2)Y=H+YC+MC+MY24+FI+DO+e, (23),(24)

а фиксированные эффекты факторов представлены как : H — хозяйство; YC — год отела; MC — месяц отела; DIM — количество дойных дней; MY24 — среднесуточный удой в кг; FI — кратность осеменения; DO — сервис-период в днях; и случайный остаточный эффект (ошибка) — e.

Таблица 28 – Коэффициенты детерминации моделей для признаков продуктивности и продуктивного долголетия, %

Факторы модели	Всего дойных дней	Всего удой	Всего жир, кг	Всего белок, кг	Дойные дни	Удой 305 дней	Жир (%)	Белок (%)
I-группа								
H,YC, MC, A, W, GCOW, INBR, MY, DIM, PROT, FAT, FI, DO, DD	76,38	57,84	62,48	61,80	-	87,23	38,04	56,69
H,YC, MC, A, W, GCOW, INBR, MY, PROT, FAT, FI, DO, DD	76,14	57,70	62,32	61,68	78,30	83,03	38,03	56,72
H,YC, MY, PROT, FI	**72,60**	**54,86**	**54,86**	**58,94**	-	-	-	-
H, MY, FI, DO	-	-	-	-	**76,75**		-	-
H, YC, MC, DIM, MY	-	-	-	-	-	**89,04**	-	-
H, YC, MC, MY,FI, DO	-	-	-	-	-	**89,05**	-	-
H, YC, PROT	-	-	-	-	-	-	**37,47**	-
H, YC, FAT	-	-	-	-	-	-	-	**55,71**
II-группа								
H, YC, MC, A, W, GCOW, INBR, MY, DIM, PROT, FAT, FI, DO, DD	65,58	55,32	60,24	58,92	-	89,02	41,08	66,72
H, YC, MC, A, W, GCOW, INBR, MY, PROT, FAT, FI, DO, DD	65,44	55,20	60,12	58,80	75,78	84,64	41,05	66,67
H,YC, MY, PROT, FI	**62,50**	**52,66**	**57,72**	**53,30**	-	-	-	-
H, MY, FI, DO	-	-	-	-	**72,71**	-	-	-
H, YC, MC, DIM, MY	-	-	-	-	-	**94,16**	-	-
H, YC, MC, MY,FI, DO	-	-	-	-	-	**94,17**	-	-
H, YC, PROT	-	-	-	-	-	-	**40,03**	-
H, YC, FAT	-	-	-	-	-	-	-	**66,32**
III-группа								
H, YC, MC, A, W, GCOW, INBR, MY, DIM, PROT, FAT, FI, DO, DD	54,50	49,58	55,22	51,62	-	88,17	50,16	69,04
H, YC, MC, A, W, GCOW, INBR, MY, PROT, FAT, FI, DO, DD	54,24	49,50	55,14	51,56	75,72	83,61	50,15	69,02
H,YC, MY, PROT, FI	**50,00**	**46,38**	**51,88**	**48,48**	-	-	-	-
H, MY, FI, DO	-	-	-	-	**72,88**	-	-	-
H, YC, MC, DIM, MY	-	-	-	-	-	**92,70**	-	-
H, YC, MC, MY,FI, DO	-	-	-	-	-	**92,63**	-	-
H, YC, PROT	-	-	-	-	-	-	**49,23**	-
H, YC, FAT	-	-	-	-	-	-	-	**68,18**

Для оценки МДБ% и МДЖ% в молоке за 305 дней достаточно использовать в моделировании всего три фактора, поскольку после исключения факторов с минимальным значением, коэффициенты детерминации снизились не более 1%. Для оценки МДЖ% это модель, где Y — признак коровы по процентному содержанию жира в молоке за 305 дней:

$$Y=H+YC+PROT+e; \quad (25)$$

а фиксированные эффекты факторов представлены как : H — хозяйство; YC — год отела; PROT — содержание белка в процентах; и случайный остаточный эффект (ошибка) — e.

Для оценки МДБ% это модель где Y — признак коровы по процентному содержанию белка в молоке за 305 дней:

$$Y=H+YC+FAT+e, \quad (26)$$

а фиксированные эффекты факторов представлены как : H — хозяйство; YC — год отела; FAT — содержание жира в процентах; и случайный остаточный эффект (ошибка) — e.

Для оценки количества дойных дней в лактации достаточно использовать в моделировании четыре главных фактора, поскольку снижение коэффициентов детерминации после исключения факторов с минимальным влиянием снизились всего на 1,5 —3,0%, это модель, где Y — признак коровы по количеству дойных дней в лактации:

$$Y=H+MY24+FI+DO+e, \quad (27)$$

а фиксированные эффекты факторов представлены как: H — хозяйство; MY24 — среднесуточный удой в кг; FI — кратность осеменения; DO — сервис-период в днях и случайный остаточный эффект (ошибка) — e.

Для оценки продуктивного долголетия можно использовать пять одинаковых факторов, так как для всех признаков долголетия они одни и те же, а после исключения факторов с минимальным значением коэффициенты детерминации снижаются в среднем не более 3%. Так как выживаемость впервые 3 лактации составляет более 65% экономической стоимости выживаемости в течение всей жизни [101], и очень сильно коррелирует с выживаемостью в последующие лактации,

для оценки признаков продуктивного долголетия коров правильным будет анализировать периоды с 1 по 3 лактацию как отдельные признаки с использованием линейной модели животных с множеством признаков для каждого сформированного производственного класса кровности по голштинской породе, где Y — признак коровы по долголетию (количество дойных дней/пожизненный удой/выход жира/выход белка):

$$Y=H+YC+MY305+PROT+FI+e, \quad (28)$$

а фиксированные эффекты факторов представлены как: H — хозяйство; YC — год отела; MY305 — продуктивность коровы по удою за 305 дней; PROT — процентное содержание белка в молоке; FI — кратность осеменения; e – эффект неучтенных факторов.

3.3.2 Оценка наследуемости и взаимосвязи признаков продуктивности и продуктивного долголетия

После элиминации основных паратипических факторов, учитываемых в моделях по продуктивности за 305 дней и по количеству дойных дней за лактацию стандартное отклонение фенотипической изменчивости по удою снизилось на 28%; по процентному содержании жира на 26%; по процентному содержанию белка на 25%, по количеству дойных дней за лактацию на 9%. Коэффициенты фенотипической изменчивости по удою снизились на 28 %; по белку на 25%; по жиру на 20%; по количеству дойных дней за лактацию на 9%. После элиминации основных паратипических факторов, учитываемых в моделях по признакам продуктивного долголетия стандартное отклонение фенотипической изменчивости наоборот увеличилось по количеству дойных дней на 23%, а по удою, выходу жира и белка на 15%.Коэффициент фенотипической изменчивости по количеству дойных дней увеличился на 25%, по удою на 18%, по выходу жиру на 12% и выходу белка 15%. Результаты генетических параметров представлены в таблице 29.

Таблица 29 — Средние значения, стандартное отклонение и коэффициенты изменчивости признаков продуктивности и продуктивного долголетия

Признаки/параметры	μ	σ_p	σ_g	Cv_p,%	Cv_g,%
I-группа					
Дойные дни	355	85	5,5	24	1,6
Удой 305дн.	4525	811	179	17	3,9
Белок, %	2,94	0,16	0,05	5,4	1,5
Жир, %	3,94	0,17	0,03	4,2	0,7
Общие дойные дни	1406	956	45	68	3,2
Пожизненный удой, кг	21271	14912	532	70	2,5
Пожизненный выход белка, кг	641	461	16	71	2,5
Пожизненный выход жира, кг	849	606	19	69	2,3
II-группа					
Дойные дни	341	75	5,3	22	1,6
Удой 305дн.	4866	871	171	18	3,5
Белок, %	2,97	0,12	0,05	4,0	1,4
Жир, %	3,96	0,18	0,03	4,7	0,8
Общие дойные дни	1598	868	46	55	2,9
Пожизненный удой, кг	24332	13839	662	58	2,7
Пожизненный выход белка, кг	734	430	20	58	2,8
Пожизненный выход жира, кг	972	564	27	57	2,8
III-группа					
Дойные дни	337	73	5,7	21	1,7
Удой 305дн.	5188	951	185	18	3,6
Белок, %	3,01	0,10	0,04	3,4	1,4
Жир, %	3,99	0,18	0,03	4,7	0,8
Общие дойные дни	1802	796	47	45	2,6
Пожизненный удой, кг	27540	13052	908	48	3,3
Пожизненный выход белка, кг	834	406	28	48	3,3
Пожизненный выход жира, кг	1102	534	37	47	3,4

Коэффициенты генетической изменчивости были в 12 — 15 раз ниже коэффициентов фенотипической изменчивости по количеству дойных дней за лактацию; в 4 — 5 раз ниже по удою за 305 дней; в 2 — 4 раза по процентному содержанию белка в молоке; в 6 раз ниже по процентному содержанию жира в молоке.

Коэффициенты генетической изменчивости признаков продуктивного долголетия были ниже в 17 — 21 раз ниже по общему количеству дойных дней; в 15 — 28 раз ниже по удою и выходу белка; в 14 — 30 раз ниже по выходу жира.

На основании полученных расчетов можно сделать выводы о том, что максимальная продуктивность животных зависит в основном от технологии, в частности от технологии кормления и содержания, которая увеличивает продуктивность коров за 305 дней и снижает их продуктивное долголетие.

Коэффициенты наследуемости были рассчитаны методом учетверенной внутриклассовой корреляции. В таблице 30 представлены оценки варианс включенных в модели рандомизированных факторов, полученные из них коэффициенты наследуемости и их ошибки.

Значения коэффициентов наследуемости признаков продуктивного долголетия находились в пределах 0,041 — 0,080 и в третьей группе имели наибольшие значения за счет влияния возраста животных и естественного отбора к третьей лактации лучших коров по долголетию. Значения коэффициентов наследуемости по признакам продуктивности составили в пределах 0,129—0,299, и имели наибольшие значения в первой лактации.

Таблица 30 — Коэффициенты наследуемости (h^2) признаков продуктивности и продуктивного долголетия

Признак	σ^2_A	σ^2_P	h^2	$\pm S_{h^2}$
I-группа				
Удой 305 дней	199805,92	1256641,00	0,159	±0,0128
Белок%	2,42	8,08	0,299	±0,0116
Жир%	1,25	9,55	0,130	±0,0114
Дойные дни	17778,44	305194,83	0,058	±0,0117
Удой, кг	3872537,27	93549603,03	0,041	±0,0099
Белок, кг	3658,65	89939,88	0,041	±0,0098
Жир, кг	5097,81	137778,72	0,037	±0,0097
II-группа				
Удой 305 дней	155924,09	1105844,62	0,141	±0,0127
Белок%	2,00	7,03	0,285	±0,0114
Жир%	1,07	8,3	0,129	±0,0113
Дойные дни	22276,27	342149,58	0,065	±0,0124
Удой, кг	5909416,60	107207678,21	0,055	±0,0114
Белок, кг	5881,74	108921,14	0,054	±0,0114
Жир, кг	9402,69	173028,46	0,054	±0,0113
III-группа				
Удой 305 дней	135266,87	973143,26	0,139	±0,0122
Белок%	1,71	6,18	0,277	±0,0112
Жир%	0,94	7,3	0,129	±0,0111
Дойные дни	27732,64	381585,82	0,072	±0,0131
Удой, кг	9464528,40	122514072,34	0,080	±0,0138
Белок, кг	8911,73	114287,69	0,078	±0,0136
Жир, кг	15626,00	195966,54	0,080	±0,0138

Значения коэффициентов наследуемости признаков продуктивности соответствуют средним популяционным значениям. Значения коэффициентов насле-

дуемости признаков продуктивного долголетия аналогичны тем, что приводятся в литературных данных (национальные системы генетических оценок долголетия стран-членов INTERBULL) и составляют менее 0,1 что указывает на то, что отбор фенотипических ценных особей слабо изменит качества следующего поколения животных, дальнейший прогресс для признаков возможен только посредством улучшения внешних факторов — технологии кормления, содержания и т.д. Удвоенные стандартные ошибки были ниже оценок h^2, что свидетельствует о статистической значимости полученных оценок. Для расчета комплексной оценки племенной ценности коров, включающей в себя признаки продуктивности и признаки продуктивного долголетия необходимо учитывать генетические корреляции между признаками продуктивности и продуктивного долголетия. В таблице 31 представлены генетические корреляции Пирсона между признаками продуктивного долголетия. Достаточно высокая положительная генетическая корреляция выявлена между всеми признаками продуктивного долголетия в размере 0,86—0,99. Стоит отметить, что самый высокий коэффициент корреляции выявлен между удоем и выходом жира. Сравнивая между собой значения генетических корреляций можно предположить, что изменчивость молочного белка и жира в большей степени определяется изменчивостью пожизненного удоя, чем изменчивостью общего количества дойных дней. Генетические корреляции между всеми признаками статистически значимы.

Таблица 31 — Генетические корреляции и их ошибка между признаками продуктивного долголетия.

Признак	$\sigma_{1,2}$	$\sigma^2_{s_1}$	$\sigma^2_{s_2}$	r_g	$\pm Sr_g$
Дойные дни х удой	14854627,30	3757142,20	79445811,50	0,8598	±0,00109
Дойные дни х белок	1523439,89	3757142,20	835792,73	0,8597	±0,00108
Дойные дни х жир	1955032,39	3757142,20	1385770,67	0,8568	±0,00105
Удой х белок	8067147,39	79445811,50	835792,73	0,9900	±0,00108
Удой х жир	10463174,18	79445811,50	1385770,67	0,9972	±0,00106
Белок х жир	1064582,92	835792,73	1385770,67	0,9892	±0,00108

В таблице 32 даны генетические корреляции Пирсона между признаками продуктивности и продуктивного долголетия. Между признаками выявлена дос-

таточно низкая генетическая корреляция. Низкая генетическая связь между признаками говорит о том, что на фенотипическую изменчивость долголетия влияют средовые факторы, и отбор животных по фенотипу приведет к незначительному улучшению признаков долголетия. Стоит отметить, что между всеми признаками связь позитивная кроме признаков — общее количество дойных дней и удой за 305 дней. Сравнивая между собой значения генетических корреляций можно предположить, что изменчивость всех признаков продуктивного долголетия в большей степени определяется процентным содержанием белка в молоке, чем удоем за 305 дней и процентным содержанием жира в молоке. Поэтому при генетическом улучшении продуктивности коров по процентному содержанию белка в молоке можно ожидать увеличение общего количества дойных дней и общего выхода пожизненной продукции. Генетические корреляции между всеми признаками статистически значимы.

Таблица 32 — Генетические корреляции и их ошибка между признаками продуктивности и продуктивного долголетия.

Признак	$\sigma_{1,2}$	$\sigma^2_{s_1}$	$\sigma^2_{s_2}$	r_g	$\pm Sr_g$
Дойные дни х удой 305	-480731,92	3757142,20	445525478,08	-0,01175	±0,000114
Дойные дни х белок %	122,33	3757142,20	8,08	0,022202	±0,000182
Дойные дни х жир %	43,03	3757142,20	9,55	0,007183	±0,000153
Удой х удой 305	272044,57	79445811,50	445525478,08	0,001446	±0,000182
Удой х белок%	280,88	79445811,50	8,08	0,011086	±0,000164
Удой х жир%	199,15	79445811,50	9,55	0,00723	±0,000182
Жир х удой 305	37420,27	1385770,67	445525478,08	0,001506	±0,000191
Жир х белок%	41,99	1385770,67	8,08	0,01255	±0,000182
Жир х жир%	36,52	1385770,67	9,55	0,01004	±0,000153
Белок х удой 305	10130,83	835792,73	445525478,08	0,000525	±0,000146
Белок х белок%	38,20	835792,73	8,08	0,0147	±0,000163
Белок х жир%	23,73	835792,73	9,55	0,0084	±0,000182
Удой 305 х белок %	-14825,68	445525478,08	8,08	-0,2471	±0,000114
Удой 305 х жир %	-16979,00	445525478,08	9,55	-0,2603	±0,000132
Белок % х жир %	0,64	8,08	9,55	0,0729	±0,000179

Между удоем за 305 дней и процентным содержание жира и белка в молоке выявлена отрицательная генетическая корреляционная связь минус 0,2471±0,000114 и минус 0,2603±0,000132 соответственно. Между процентным содержанием белка и жира положительная 0,0729±0,000179, на основании чего

можно сделать вывод, что с увеличением удоя происходит снижение доли процента белка и жира в молоке, соответственно ухудшается качество молока и снижается выход продукции по сухому веществу. Для селекционера важно знать, в какой степени фенотипическая связь между признаками обусловлена средой и в какой наследственностью. При высокой генетической корреляции отбор животных можно ограничить только одним из признаков, как правило, тем, который проще измерить. В этом случае можно сократить затраты на контроль других признаков. Их улучшение будет обусловлено отбором контролируемого признака. В данном случае, для оценки признаков продуктивного долголетия достаточно выбрать один признак количество дойных дней, имеющий самый высокий коэффициент наследуемости.

3.3.3. Моделирование селекционного процесса при индексной оценке

Методы отбора лучших животных по нескольким признакам можно разделить на поэтапный отбор и отбор по индексу общей племенной ценности. При этом, когда требуется улучшение нескольких признаков, установлено, что выбор индекса для комплексного отбора более эффективный, чем последовательный отбор. Продуктивное долголетие и продуктивность молочных коров включает в себя несколько признаков, отличающихся изменчивостью, экономической значимостью и корреляцией между их фенотипами и генотипами.

Для оптимизации отбора живых коров по комплексному индексу общей племенной ценности было решено использовать два признака, для субиндекса продуктивное долголетие — количество дойных дней, а для субиндекса продуктивность — удой за 305 дней, которые измеряются у большинства животных. Для расчета индексной оценки каждая лактация рассматривалась как отдельный признак, каждой корове разрешалось иметь максимум 305 дней за лактацию, поэтому

удлиненные лактации приравнивались по количеству дойных дней к стандартной лактации продолжительностью в 305 дней, имеющих экономическое значение для целей разведения — получения одного теленка в год, а укороченные лактации имели продолжительность не менее 240 дней в соответствии с ГОСТ Р 57878-2017.

Разработка селекционного индекса комплексной племенной ценности по продуктивности за 305 дней и продуктивному долголетию основана на методике одновременного отбора по нескольким признакам Hazel L.H., Henderson C.H. [124,125,129], где изменение индивидуальных признаков, выражается как сумма изменений совокупного генотипа животного через линейную функцию:

$$\Delta H=\sum_1^n a_i \Delta G_i,$$

где H — совокупный генотип, a_i — экономический вес признака i, и Gi — генетическая племенная ценность признака. Тогда индекс по нескольким признакам выражается как:

$$I=\sum_1^n (b_i X_i)$$

Где I — селекционный индекс; b_i — весовой коэффициент линейной регрессии признаков i=1…n; Xi — фенотипическая оценка каждого признака i=1…n; n — число признаков.

Определение bi весового коэффициента регрессии для селекционного индекса (I) проводилось на основании уравнения:

$$Pb = Ga,$$

где, P и G — матрица фенотипических и генетических значений варианс и коварианс; b — вектор весовых коэффициентов индекса; и a — экономическая ценность индекса. Отсюда

$$b = P^{-1}Ga$$

Где матричная схема фенотипических и генетических значений варианс и коварианс для двух признаков выглядит следующим образом:

$$\text{где } P = \begin{bmatrix} \sigma^2{}_{p1} & r_p\sigma_{p1}\sigma_{p2} \\ r_p\sigma_{p1}\sigma_{p2} & \sigma^2{}_{p2} \end{bmatrix}$$

и

$$G = \begin{bmatrix} h^2{}_1\sigma^2{}_{p1} & rgh_1h_2\sigma_{p1}\sigma_{p2} \\ rgh_1h_2\sigma_{p1}\sigma_p & h^2{}_2\sigma^2{}_{p2} \end{bmatrix}$$

где, P и G – матрица фенотипичиских и генетических значений варианс и коварианс; σ^2_{p1} σ^2_{p2} - фенотипическая варианса признака; σ_{p1} σ_{p2} фенотипическое стандартное отклонение признаков 1 и 2; r_p и r_g фенотипическая и генетическая корреляция признаков; b – вектор весовых коэффициентов индекса; и a – экономическая ценность признаков.

Таким образом, весовые коэффициенты bi были рассчитаны с помощью системы линейных уравнений для двух признаков:

$$b_1P_{1,1}+b_2P_{1,2}=a_1G_{1,1}+a_2G_{1,2}$$

$$b_1P_{2,1}+b_2P_{2,2}=a_1G_{2,1}+a_2G_{2,2}$$

Где матричная схема вычисления коэффициентов регрессий выглядит так (b):

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{11}P_{12} \\ P_{21}P_{22} \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} G_{11}G_{12} \\ G_{21}G_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix}$$

Вспомогательной характеристикой индекса является величина генетического улучшения, при отборе по конкретной модели, определяемая из уравнения:

$$\Delta g_{1,2}=i\sqrt{(a_1h_1{}^2\sigma_p)^2+(a_2h_2{}^2\sigma_p)^2},$$

где i — интенсивность селекции, a — экономическое значение признака, σ_p — фенотипическое стандартное отклонение, h^2 — коэффициент наследуемости.

Точность расчетов оценки по вышеприведенным схемам определялась значением коэффициента множественной корреляции между экономическим индексом, отражающим ожидаемые экономические показатели и оцениваемым генотипом:

$$R_{JH}=\sigma_J/\sigma_H, \text{ где}$$

$$\sigma_J=\sqrt{b_1{}^2P_{11}+b_2{}^2P_{22}+2b_1b_2P_{12}}$$

$$\sigma_н=\sqrt{a_1{}^2G_{11}+a_2{}^2G_{22}+2a_1a_2G_{12}},$$

где σ_J — стандартное отклонение индекса, а $\sigma_н$ — стандартное отклонение совокупного генотипа. R_{IH} определяет потенциальное улучшение H на основе возможного стандартизированного дифференциала отбора ($i_г$) для индекса.

Экономическая ценность продолжительности жизни коровы основана на экономической выгоде от увеличения показателя количества дойных дней и уменьшении снижения замены выбракованных коров за лактацию с учетом стандартной продолжительности в 305 дней, и соответственно увеличении количества выхода телят на 100 коров в год. Для удобства расчетов, когда измерения признаков имеют величины разного порядка, все признаки должны быть приведены к одному порядку. В наших исследованиях рассматривалось два варианта расчета индекса, когда удой в первом и втором варианте измерялся в кг, а продолжительность лактации в первом варианте в дойных днях, а во втором в процентах по отношению к стандартной лактации в 305 дней. Исходные данные для расчета весовых коэффициентов представлены в таблице 33.

Таблица 33 — Средние значения признаков (μ), стандартные отклонения (σ_p), экономические коэффициенты (a), коэффициенты наследуемости (h^2), коэффициенты фенотипической ($r_{p_{12}}$) и генетической корреляции ($r_{g_{12}}$).

№	Признак	a	μ	σ_p	h^2	$r_{p_{12}}$	$r_{g_{12}}$
Iя лактация							
1	Дойные дни	398	296	11	0,058	-0,19	-0,01
	Дойные дни, %	1358	97	3			
2	Удой 305	30	4525	811	0,159		
IIя лактация							
1	Дойные дни	442	294	12	0,065	-0,19	-0,01
	Дойные дни,%	1460	96	4			
2	Удой 305	30	4866	871	0,141		
IIIя лактация							
1	Дойные дни	476	294	12	0,072	-0,19	-0,01
	Дойные дни,%	1556	96	4			
2	Удой 305	30	5188	951	0,139		

За стоимость 1 кг молока была принята условная цена реализации 30 рублей, поэтому за экономический весовой коэффициент изменения удоя за 305 дней на 1 кг был принят коэффициент 30 рублей. За экономический весовой коэффициент изменения количества дойных дней на 1% от продолжительности стандартной лактации в 305 дней был принят коэффициент 1358 рублей, исходя из расчетов: 4525кг×30руб=135750руб/100=1358 руб, где 4525 кг средний удой за 305 дней в первой лактации, 30 рублей стоимость 1 кг молока. А за экономический коэффи-

циент изменения продолжительности лактации на 1 день был принят коэффициент 398 рублей, исходя из расчетов 13,25 кг×30 руб=398 рублей, где 13,25кг среднесуточная продуктивность коров в первой лактации, а 30 рублей цена реализации 1 кг молока. Аналогичные расчеты были произведены для второй и третьей лактации.

Таким образом, весовые коэффициенты признаков в первом варианте комплексной оценки с учетом измерения продолжительности лактации в дойных днях составили следующие расчетные значения для каждой лактации:

$$1)\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 121 & -1695 \\ -1695 & 657721 \end{bmatrix}^{-1}\times\begin{bmatrix} 7{,}02 & -8{,}54 \\ -8{,}54 & 104578 \end{bmatrix}\times\begin{bmatrix} 398 \\ 30 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 94{,}13 \\ 1{,}05 \end{bmatrix}$$

$$2)\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 144 & -1986 \\ -1986 & 758641 \end{bmatrix}^{-1}\times\begin{bmatrix} 9{,}36 & -9{,}93 \\ -9{,}93 & 106968 \end{bmatrix}\times\begin{bmatrix} 442 \\ 30 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 90{,}66 \\ 1{,}04 \end{bmatrix}$$

$$3)\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 144 & -2168 \\ -2168 & 904401 \end{bmatrix}^{-1}\times\begin{bmatrix} 10{,}37 & -11{,}40 \\ -11{,}40 & 125712 \end{bmatrix}\times\begin{bmatrix} 476 \\ 30 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 98{,}43 \\ 1{,}04 \end{bmatrix}$$

Весовые коэффициенты селекционных индексов во втором варианте с учетом измерения продолжительности лактации в процентах от стандартной лактации в 305 дней составили следующие расчетные значения для каждой лактации:

$$1)\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 9 & -462 \\ -462 & 657721 \end{bmatrix}^{-1}\times\begin{bmatrix} 0{,}52 & -2{,}33 \\ -2{,}33 & 104578 \end{bmatrix}\times\begin{bmatrix} 1358 \\ 30 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 272{,}85 \\ 1{,}10 \end{bmatrix}$$

$$2)\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 16 & -662 \\ -662 & 758641 \end{bmatrix}^{-1}\times\begin{bmatrix} 1{,}04 & -13{,}24 \\ -13{,}24 & 106968 \end{bmatrix}\times\begin{bmatrix} 1460 \\ 30 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 187{,}81 \\ 1{,}10 \end{bmatrix}$$

$$3)\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 16 & -723 \\ -723 & 904401 \end{bmatrix}^{-1}\times\begin{bmatrix} 1{,}15 & -15{,}20 \\ -15{,}20 & 125712 \end{bmatrix}\times\begin{bmatrix} 1556 \\ 30 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 201{,}34 \\ 1{,}10 \end{bmatrix}$$

Для индексной оценки продуктивного долголетия за три лактации, в которой каждая лактация является отдельным признаком, линейная модель будет выглядеть следующим образом:

$$I=(y-\bar{y})_1+(y-\bar{y})_2+(y-\bar{y})_3,$$

где y — скорректированное значение признака продолжительности лактации коровы, выраженное в количестве дойных дней, либо в процентах от стандартной лактации; $\bar{y}$ — скорректированное среднее значение продолжительности лактации, выраженное в количестве дойных дней, либо в процентах от стандартной лактации в оцениваемой популяции.

Для комплексной индексной оценки по продуктивности и продуктивному долголетию за каждую лактацию линейно-регрессионная модель будет выглядеть следующим образом:

$$I = b_1(y_1-\bar{y}_1) + b_2(y_2-\bar{y}_2),$$

где y_1 — скорректированное значение признака продолжительности лактации коровы, выраженное в количестве дойных дней, либо в процентах от стандартной лактации; $\bar{y}_1$ — скорректированное среднее значение продолжительности лактации, выраженное в количестве дойных дней, либо в процентах от стандартной лактации в оцениваемой популяции; y_2 — скорректированное значение удоя коровы за 305 дней, а $\bar{y}2$ — скорректированное среднее значение удоя за 305 дней в оцениваемой популяции, $b_{1,}b_2$ — коэффициенты регрессии для соответствующих признаков.

Таким образом, формула селекционного комплексного индекса по продуктивности и продуктивному долголетию за каждую лактацию в первом варианте будет выглядеть следующим образом:

$$1)I_1=94{,}13\times(y_1-\bar{y}_1)+1{,}05\times(y_2-\bar{y}_2)$$

$$2)I_2=90{,}66\times(y_1-\bar{y}_1)+1{,}04\times(y_2-\bar{y}_2)$$

$$3)I_3=98{,}43\times(y_1-\bar{y}_1)+1{,}04\times(y_2-\bar{y}_2),$$

а во втором варианте:

$$1)I_1=272{,}85\times(y_1-\bar{y}_1)+1{,}10\times(y_2-\bar{y}_2)$$

$$2)I_2=187{,}81\times(y_1-\bar{y}_1)+1{,}10\times(y_2-\bar{y}_2)$$

$$3)I_3=201{,}34\times(y_1-\bar{y}_1)+1{,}10\times(y_2-\bar{y}_2)$$

Расчет комплексного селекционного индекса по продуктивности и продуктивному долголетию за три лактации будет выглядеть как:

$$I=I_1+I_2+I_3.$$

Показателем эффективности (или точности) оценки совокупного генотипа является коэффициент множественной корреляции между индексом и оцениваемым генотипом, который в наших расчетах имеет положительное значение при отрицательной генетической и фенотипической корреляции между признаками и составил следующие расчетные значения в каждой лактации для селекции про-

должительности лактации по количеству дойных дней:

$$1)R_{1JH}=\frac{1210,84}{9748,24}=0,1242;\ 2)R_{2JH}=\frac{1278,57}{9891,23}=0,1293;\ 3)R_{3JH}=\frac{1387,68}{10731,49}=0,1293$$

Ожидаемый генетический эффект за одно поколение в первом варианте при интенсивности селекции i=0,1, в сумме по 1му и 2му признаку в экономическом выражении для каждой лактации составит:

$$1)\Delta g_{1,2}=0,1\sqrt{28818544,41+5368,29}=536,83$$

$$2)\Delta g_{1,2}=0,1\sqrt{28859292,81+5372,08}=537,21$$

$$3)\Delta g_{1,2}=0,1\sqrt{28893704,04+5375,28}=537,53$$

Таким образом в сумме за три лактации, общий генетический эффект при селекции коров будет составлять в рублях:

$$\Delta H=1\Delta g+2\Delta g+3\Delta g=1611,57$$

А для второго варианта расчетные значения коэффициента множественной корреляции между индексом и оцениваемым генотипом в каждой лактации составили следующие значения:

$$1)R_{1JH}=\frac{1091,99}{9741,12}=0,1121;\ 2)R_{2JH}=\frac{1097,58}{9865,51}=0,1113;\ 3)R_{3JH}=\frac{1189,72}{10700,75}=0,1112$$

Ожидаемый генетический эффект во втором варианте за одно поколение при интенсивности селекции i=0,1, в сумме по 1му и 2му признаку для каждой лактации составит:

$$1)\Delta g_{1,2}=0,1\sqrt{30677094,81+5338,69}=553,87$$

$$2)\Delta g_{1,2}=0,1\sqrt{30993993,00+5567,22}=556,72$$

$$3)\Delta g_{1,2}=0,1\sqrt{31313206,44+5595,82}=559,58$$

Таким образом в сумме за три лактации, общий генетический эффект при селекции коров будет составлять в рублях:

$$\Delta H=1\Delta g+2\Delta g+3\Delta g=1670,17$$

При этом ожидаемый генетический прогресс за поколение по удою за 305 дней и количеству дойных дней, принимая для расчета минимальную интенсивность селекции i=0,1, можно оценить по следующим формулам:

$$\Delta g1=\frac{b_1G_{11}+b^2G_{12}}{\sigma J}\times i \quad \text{и} \quad \Delta g_2=\frac{b_1G_{12}+b_2G_{22}}{\sigma J}\times i$$

что для каждой лактации в первом варианте составит следующие значения:

1)Δg_1=4 дня; Δg_2=9,03 кг; 2)Δg_1=5 дней; Δg_2=8,67 кг;3)Δg_1=6 дней; Δg_2=9,32кг,

а для второго варианта:

1)Δg_1=0,95%; Δg_2=10,51 кг; 2)Δg_1=1,22%; Δg_2=10,47 кг;3)Δg_1=1,45%; Δg_2=11,32кг,

Для расчета ожидаемого генетического прогресса за поколение по другим признакам (коррелированный ответ) ($\Delta g_{kj/y}$) использовали формулу:

$$\Delta g_{kj/y}=rg_{j,k}\times\Delta g_{j/y} / \sigma_{Aj}\times\sigma_{Ak}$$

где $rg_{j,k}$ – генетическая корреляция между j-ным признаком, по которому идет селекция и k-ным признаков; σ_{Aj} — аддитивная генетическая изменчивость для j – ного признака; σ_{Ak} – аддитивная генетическая изменчивость для k-ного признака.

Поэтому коррелированный ответ по другим признакам продуктивности и продуктивного долголетия по трем лактациям составил следующие значения (таблица 34):

Таблица — 34 Прямой и коррелированный ответ на селекцию по продуктивным признакам и признакам продуктивного долголетия

Признаки	Генетический ответ за одно поколение	
	I-вариант	II-вариант
I-лактация		
Удой 305 дней	9,03	10,51
Белок 305 дней, %	-0,079	-0,092
Жир 305 дней, %	-0,119	-0,138
Количество дойных дней	4,00	0,95
Пожизненный удой, кг	0,004	0,001
Пожизненный выход жира, кг	0,011	0,003
Пожизненный выход белка, кг	0,014	0,003
II-лактация		
Удой 305 дней	8,67	10,47
Белок 305 дней, %	-0,106	-0,124
Жир 305 дней, %	-0,111	-0,129
Количество дойных дней	5,00	1,22
Пожизненный удой, кг	0,004	0,001
Пожизненный выход жира, кг	0,011	0,003
Пожизненный выход белка, кг	0,014	0,003
III-лактация		
Удой 305 дней	9,32	11,32
Белок 305 дней, %	-0,123	-0,150
Жир 305 дней, %	-0,106	-0,129
Количество дойных дней	6,00	1,45
Пожизненный удой, кг	0,005	0,001
Пожизненный выход жира, кг	0,011	0,003
Пожизненный выход белка, кг	0,014	0,003

Из таблицы 34 видно, что существующая схема селекции красно-пестрой породы, в которой основным селекционируемым признаком является удой за 305 дней, приводит к отрицательному генетическому прогрессу других главных признаков, таких как МДБ% и МДЖ%, поэтому основной целью отбора в селекционных программах красно-пестрой породы вместо удоя за 305 дней, необходимо сделать главными селекционируемыми признаками выход белка или выход жира за 305 дней.

Оценка коров только по продуктивности, или только по продуктивному долголетию не позволит в достаточной мере полноценно оценить экономическую эффективность использования животного за весь период полезно-хозяйственного использования. И соответственно ожидаемой положительный генетический прогресс по одному признаку может привести к отрицательному генетическому прогрессу по остальным признакам, что в итоге либо снизит показатели рентабельности, либо приведет предприятия к убыточной деятельности.

Комплексная же индексная оценка, с учетом экономических значений составляющих признаков, позволит проводить сбалансированный одновременный отбор животных таким образом, что в будущих поколениях будет получен положительный генетический прогресс по всем учтенным в комплексной оценке признакам, в том числе по продуктивному долголетию, с учетом заявленных экономических целей разведения.

Таким образом, внедрение в селекционный процесс комплексного селекционного индекса, учитывающий продуктивность и продуктивное долголетие коров красно-пестрой породы откроет новые возможности для сбалансированных схем разведения с учетом экономических показателей производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Долголетие и жизнеспособность молочного скота являются самыми важными параметрами в любой программе разведения. Краткосрочное пребывание на ферме коров, которые могли бы использоваться в течение более длительного времени и более продуктивно, оказывает негативное влияние на экономику хозяйства. Основная цель этой диссертационной работы состоит в том, чтобы доказать важность оценки продуктивного долголетия, которая должна стать основной в бонитировке коров и программах селекции, а так же дополнительно обратить внимание производителей молока на короткую жизнь коров в современных условиях производства.

Возраст, в котором корова покидает племенное стадо, является чертой, имеющей большое хозяйственное значение в молочном скотоводстве. Прямой отбор на долголетие приводит к улучшению здоровья животных и увеличению производства молочной продукции за всю жизнь. Как следствие снижение вынужденного забоя сопровождается увеличением выбраковки из-за низкой продуктивности. Поэтому считается, что разведение на долголетие имеет этические и экономические выгоды, поскольку приводит к увеличению продолжительности жизни коров на ферме и повышению рентабельности предприятий молочного скотоводства.

Оценивать продуктивное долголетие коров можно по разным признакам, но основными из них считается продолжительность продуктивной жизни с даты первого отела, и количество продукции, которая получена от коровы за всю жизнь. Для индексной оценки коров важно правильно выбрать модель животного, которая будет наиболее точно характеризовать генетический потенциал животного.

Применение стохастического метода — функции распределения Вейбулл в оценке продуктивного долголетия коров позволило определить базовые периоды риска для формирования фиксированных эффектов по количеству дойных дней в лактации (DIM), при этом возможность использования всех полученных результа-

тов метода в индексной оценке для коров с незаконченными лактациями, либо выбывших раньше 240 дня с момента отела, возможно только в случае использования модели тестового дня, которая позволяет использовать в биометрической модели суточный удой как независимую переменную и оценивать большее количество коров.

С помощью многофакторного GLM-анализа была проведена оценка фенотипической изменчивости признаков продуктивности за 305 дней и продуктивного долголетия за счет включенных в модель факторов в первые три лактации. В итоге установлено, что большая часть фенотипической изменчивости всех признаков продуктивного долголетия обусловлена паратипическими факторами — хозяйство (H), год отела (YC), продуктивность коровы по удою за 305 дней (MY305), процентное содержание белка в молоке (PROT) и кратность осеменения (FI). И в меньшей степени генотипическими — кровность по голштинской породе (GCOW) и влияние быка-отца (SIR). Фенотипическая изменчивость удоя за 305 дней так же обусловлена в основном паратипическими факторами — хозяйство (H), год отела (YC), месяц отела (MC), среднесуточный удой коровы (MY24) и продолжительностью лактации в днях (DIM) либо продолжительностью сервис-периода (DO) и кратностью осеменения (FI). Факторы процентное содержание белка (PROT) и процентное содержание жира (FAT) взаимно влияют на содержание друг друга в молоке.

По основным моделям рассчитаны (ко)вариансы, по которым получили оценки наследуемости и генетические корреляции продуктивных признаков и признаков продуктивного долголетия. Оценки наследуемости продуктивных признаков составили от 0,1304 до 0,2996, а по признакам продуктивного долголетия от 0,037 до 0,080, которые соответствуют опубликованным оценкам в различных научных изданиях. Так же установлены небольшие, но достоверные отрицательные генетические корреляционные связи между удоем и белком в молоке минус 0,2471, между удоем и процентным содержанием жира в молоке минус 0,2603. Эти генетические корреляции дают основание для рекомендаций использовать выход жира или белка за лактацию в качестве основных признаков в се-

лекционных программах.

Между признаками продуктивности и признаками продуктивного долголетия были установлены слабые генетические корреляционные связи. Отрицательная связь выявлена между удоем за 305 дней и общим количеством дойных дней минус 0,01175. С остальными признаками все связи слабоположительные, из них наибольшее значение выявлено между общим количество дойных дней и процентным содержанием белка 0,022202. На основании чего можно сделать выводы, что продуктивное долголетие, как очень сложный признак зависит от многочисленных факторов, основными из которых являются паратипические. Высокая положительная генетическая корреляция, выявленная между всеми признаками продуктивного долголетия от 0,8568 до 0,9972, позволяет сделать вывод, что для конструирования индексной оценки племенной ценности будет достаточно одного признака самого простого и удобного в зоотехническом учете — количество дойных дней.

Полученные нами оценки генетических параметров использовались при моделировании селекционного процесса коров при комплексной индексной оценки, которая позволяет исследовать возможности одновременной селекции по продуктивности за 305 дней и продуктивному долголетию и выбрать наиболее оптимальный вариант, обеспечивающий максимальный и экономический прогресс в популяции, и рекомендовать его для практического внедрения. Установлено, что одновременный отбор животных по двум признакам по удою за 305 дней и количеству дойных дней за лактацию, между которыми имеется отрицательная генетическая корреляция при индексной оценке, позволяет установить одновременный положительный генетический сдвиг за поколение по двум этим признакам. А применение соответствующих экономических весов для каждого признака позволяет прогнозировать совокупную экономическую ценность будущего поколения животных.

ВЫВОДЫ

1.В ходе проведенных исследований установлено статистически значимое влияние паратипических факторов на изменчивость признаков продуктивности и продуктивного долголетия. Влияние основного фактора хозяйство (Н) на удой за 305 дней лактации составило до 54%; на процентное содержание жира в молоке до 89% и на процентное содержание белка до 88%. На общее количество дойных дней составило до 61%; на пожизненный удой до 44%; на пожизненный выход жира до 50%; на пожизненный выход белка до 51%.

2. Выявлена слабая отрицательная генетическая корреляция (r_g) между удоем за 305 дней и процентным содержанием белка в молоке и процентным содержанием жира минус 0,24 и минус 0,26 соответственно.

3.Достаточно высокая положительная генетическая корреляция (r_g) 0,86 — 0,99 установлена между признаками продуктивного долголетия.

4.Оценки наследуемости (h^2) продуктивных признаков составили 0,13 — 0,30; признаков продуктивного долголетия 0,04 — 0,08.

5.Между признаками продуктивности и продуктивного долголетия, в частности между удоем за 305 дней и общим количеством дойных дней выявлена слабая отрицательная генетическая корреляционная связь (r_g) минус 0,01; между остальными признаками слабая положительная (r_g) 0,0005 — 0,02.

6.Для индексной оценки продуктивного долголетия коров установлена возможность использовать в качестве селекционируемого признака — количество дойных дней за лактацию.

7.Оценка полученных генетических параметров — коэффициентов наследуемости и генетических корреляций позволила в качестве основных селекционируемых признаков для оценки коров по комплексному индексу общей племенной ценности использовать удой за 305 дней и количество дойных дней за лактацию, с учетом экономических значений признаков.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

На основе полученных результатов исследований и сформулированных выводов рекомендуем селекционному центру по красно-пестрой породе молочного скота:

— при разработке методов определения племенной ценности коров красно-пестрой породы использовать показатели селекционно-генетических параметров, вычисленных с помощью многофакторных биометрических моделей, а для оценки молочной продуктивности за 305 дней использовать модель тестового дня;

— проводить селекцию коров красно-пестрой породы на основе комплексного индекса общей племенной ценности по молочной продуктивности и продуктивному долголетию, с учетом экономических значений признаков.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

AM—модель животного,

AUS—Австралия,

AUT—Австрия,

BEL—Бельгия,

BLUP—метод селекционной и генетической оценки животных,

CAN—Канада,

CHE—Швейцария,

CZE—Чешская Республика,

DNK—Дания,

DEU—Германия,

DFS—Дания, Финляндия, Швеция,

ESP—Испания,

FIN—Финляндия,

FRA—Франция,

FR—фиксированная регрессия,

GBR—Великобритания,

HUN—Венгрия,

INTERBULL—международная организация по оценке племенной ценности быков,

IRL—Ирландия,

ITA—Италия,

ISR—Израиль,

MT—множественный признак,

ML— множественные лактации,

NZL—Новая Зеландия,

NLD—Нидерланды,

RR-случайные регрессии,

RP—повторяемость,

SVN—Словения,

ST—одиночный признак,

SWE—Швеция,

TD—модель тестового дня.

USA—США,

ZAF—ЮАР.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешкина С.В. Оптимизация селекции коров на продуктивное долголетие в лесостепном Поволжье: дис. … канд. с.-х. наук: 06.02.01/ Алешкина Светлана Владимировна. — Пенза, 2008. —140 с.
2. Абылкасымов Д.А. Проблемы сохранения генофонда и увеличения долголетия коров / Д.А. Абылкасымов, Н.П. Сударев, А.А. Вахонеева. — Тверь : Агросфера, 2010. — 119 с.
3. Абрамова Н.И. Влияние быков разных стран мира на продуктивное долголетие коров ярославской породы / Н.И. Абрамова, О.Л. Хромова, О.О. Головкина // Ветеринария и зоотехния. — 2020. - №4. — С. 50-56.
4. Блохинов Ю.Б. Об описании повозрастной смертности популяции / Ю. Б. Блохинов. —М.: ВНИИСИ, 1982. — № 2. — С. 86—91.
5. Барлоу Р. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность / Р. Барлоу, Ф. Прошан. — М.: Наука, 1984. — 328 с.
6. Бакаева Л.Н. продуктивное долголетие коров в зависимости от породной принадлежности / Л.Н. Бакаева // Зоотехния. — 2009. — №5.—— С. 16—19.
7. Бежанян И.В. Продуктивное долголетие коров различных линий в стаде колхоза «Племзавод «Родина» Вологодской области / И.В. Бежанян, Г.В. Хабарова // Молочнохозяйственный вестник —2012. — № 1(5). — С. 5—9.
8. Басонов О.А. Продолжительность хозяйственного использования коров от уровня их молочной продуктивности / О.А. Басонов, О.Е. Павлова // Вестник УГСХА — 2017 — №4(40). — С. 103—107.
9. Бекенев В.А. Продуктивное долголетие животных, способы его прогнозирования и продления / В.А. Бекенев // Сельскохозяйственная биология. — 2019. — т.54. — № 4. — С. 655—666.
10. Басонов О.А. Продуктивное долголетие коров разных пород в усло-

виях промышленной технологии / О.А. Басонов и [и др.]. — Нижний Новгород : ФГБОУ НГСХА — 2022. — 111 с.

11. Валитов Х.З. Влияние морфофункциональных свойств вымени на продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы при разных способах содержания / Х.З. Валитов, М.С. Косырева, С.В. Карамаев // Зоотехния. — 2008. — №9. — С. 1—22.

12. Валитов Х.З. Продуктивное долголетие коров в зависимости от формы копытец / Х.З. Валитов, Ф.М. Аксянов, С.В. Карамаев // Известия Самарской ГСХА. — 2011. — №1. — С. 131—134.

13. Валитов Х.З. Продуктивное долголетие коров в условиях интенсивной технологии производства молока / Х.З. Валитов, С.В. Карамаев. — С.: ФГБОУ СГСХ, 2012. — 321 с.

14. Вельматов А.П. Молочная продуктивность и технологические качества коров красно-пестрой породы поволжского типа / А.П. Вельматов, А.А. Вельматов, Т.И. Тишкина // Вестник УГСА. —2014. —№ 4. — С.109—115.

15. Вельматов А.А. Влияние типа телосложения на продуктивное долголетие коров / А.А. Вельматов и [др.] // Аграрный научный журнал. — 2020. — №4. — С. 51—54.

16. Вельматов А.А. Особенности воспроизводства у коров в условиях промышленной технологии производства молока /А.А. Вельматов, И.М. Дунин, Т.Н. Тишкина // Вестник Ульяновской государственной академии. — 2021. — №2(54) — С. 207—213.

17. Гаврилов Л.А. Биология продолжительности жизни / Л.А. Гаврилов, Н.С. Гаврилова. — М.: Наука, 1991. — 280 с.

18. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей / Б.В. Гнеденко. — М.: Наука, 2005. ——448 с.

19. Дундукова Е.Н. Интенсивность использования и пожизненная продуктивность коров. / Е.Н. Дундукова // Совершенствование технологий производства продуктов питания в свете государственной программы развития сель-

ского хозяйства на 2008-2012 гг. : Матер. междунар. науч.-практ. конф. — Москва, 2008. — С. 286—289.

20. Джумаева Н.Е. Прогноз продуктивного долголетия голштинизированного скота / Н.Е. Джумаева // Эффективное животноводство. — 2009. — № 8. — С. 18—19.

21. Делян А.С. Селекция молочного скота на сохранность телят и продуктивное долголетие коров /А.С. Делян и [и др.] — Балашиха: ФГБОУ ВО РГАЗУ, 2018. — 67 с.

22. Дунин И.М. Программа селекции красно-пестрой породы молочного скота на период 2021-2030г.г. / И.М. Дунин и [и др.]. — Лесные Поляны: ФГБНУ ВНИИплем, 2021. — 92 с.

23. Егиазарян А.В. Рекомендации по комплексной оценке генотипа быка с учетом продолжительности хозяйственного использования их дочерей / Егиазарян А.В. [и др.]— СПб, 2009. — 24с.

24. Ефимова Л.В. Продуктивное использование дочерей быков красно-петрой-породы / Л.В. Ефимова // Вестник АГАУ. — 2014. — № 3 (113). — С. 63 — 68.

25. Ефимова Л.В. Иммуногенетическая характеристика и продуктивное долголетие коров красно-пестрой породы в зависимости от породы отца /Л.В. Ефимова, Е.В. Гатилова // Научное обеспечение животноводства Сибири : Матер. IV междунар. науч.-практ. конф. — Красноярск, 2020. — С. 192—197.

26. Животовский Л. А. Интеграция полигенных систем в популяциях / Л.А. Животовский. — М.: Наука, 1984. —183 с.

27. Журавлев Н.В. Эффективность использования голштинского скота зарубежной селекции / Н.В. Журавлев // Совершенствование технологий производства продуктов питания в свете государственной программы развития сельского хозяйства на 2008—2012 гг.: Матер. междунар. науч-прак. конф. – Москва, 2008. — С. 307—310.

28. Загороднев Ю.П. Паратипические факторы продуктивного долголетия коров симментальской породы / Ю.Л. Загороднев, С.А. Ламонов. — Ми-

чуринск : МГАУ, 2019.—— С. 64-75.

29. Козловский В.С. Многостадийность гибели как основа старения: гипотеза случайных последовательных переходов: Проблемы биологии старения / В.С. Козловский, Л.А. Гаврилов. — М.: Наука, 1983. — С. 19—23.

30. Кузнецов В.М. Методические рекомендации по использованию метода BLUP для оценки племенной ценности быков-производителей / В.М. Кузнецов, А.А. Шестиперов, В.Н. Егорова. — Л.: ВНИИРГЖ, 1987. — 69 с.

31. Кузнецов В.М. Компоненты фенотипической изменчивости молочной продуктивности холмогорского скота / В.М. Кузнецов, Е.Ю. Тимкина // Эффективность аграрной науки в сельскохозяйственном производстве Евро-Северо-Востока: Материалы научно-практической конференции. — Киров, 2000. — С. 133—139.

32. Кузнецов В.М. Бюллетень генетической оценки быков по качеству потомства методом BLUP / В.М. Кузнецов, Н.А. Червяков, Г.Г. Смирнова. — Киров : ОАО «Кировплем», 2006. — № 5. — 68 с.

33. Карамаев С.В. Влияние живой массы коров и приплода на продолжительность их продуктивного использования /С.В. Карамаев, Х.З. Валитов, А.А. Миронов // Зоотехния. — 2008. — №4. — С. 22-25.

34. Кириенко Н.Н. Продуктивное долголетие коров красно-пестрой породы в условиях Средней Сибири / Н.Н. Кириенко, Л.Н. Бердникова. - Красноярск : КГАУ, 2008. — 97 с.

35. Карамаев С.В. Продуктивное долголетие коров в зависимости от породной принадлежности / С.В Карамаев [и др.] // Зоотехния. — 2009. —№5. — С.16-19.

36. Кудрин А.Г. Сроки продуктивного использования молочных коров / А.Г. Кудрин, Ю.П. Загороднев. — Мичуринск: Изд-во Мичуринского госагроуниверситета, 2010. — 130 с.

37. Клименок И.И. Селекционно-генетические параметры у коров приобского типа / И.И. Клименок, М.А. Шишкина // Достижения науки и техники АПК. — 2010. — №7. — С. 42—44.

38. Куликова С.Г. Продуктивное долголетие коров в зависимости от кровности голштинской породы и линейной принадлежности / С.Г. Куликова, Н.Н. Елкин // Вестник НГАУ. — 2010. - №3(15). — С. 68—72.

39. Князева Т.А. Шведская красная порода — ресурс увеличения рентабельности молочного скотоводства московской области / Т.А. Князева, П.М. Василик. // Молочное и мясное скотоводство. — 2014. — №3. — С.18—20.

40. Коновалов М.В. Селекционно-генетические параметры хозяйственно-полезных признаков у высокопродуктивных первотелок / М.В. Коновалов // Молочное и мясное скотоводство. — 2014. — № 3. — С.18—20.

41. Косяченко Н.М. Мониторинг селекционно-генетических параметров ярославской породы крупного рогатого скота / Н.М. Косяченко, А.В. Коновалов // Молочное и мясное скотоводство. — 2014. —№ 4. — С.15—18.

42. Лучник Н.В. ОС интерпретации кривых "время-эффект" / Н.В.Лучник, Я.Б.Лявчак // Применение математических методов в биологии, ЛГУ. — 1963. — №2. — С. 212—224.

43. Ламонов С.А. Эффективность использования чистопородных и улучшенных симментальских коров / С.А. Ламонов // Молочное и мясное скотоводство. — 2010. — № 2. — С. 15—16.

44. Логинов Ж.Г. Продолжительность хозяйственного использования как признак, учитываемый при комплексной оценке быков-производителей / Ж.Г. Логинов [и др.] // Сельскохозяйственная биология — 2010. — № 2. — С. 54—58.

45. Лумбунов С.Г. Влияние сервис-и сухостойного периодов на продолжительность хозяйственного использования симментальской породы в условиях республики Бурятии / С.Г. Лумбунов, О.П. Нимаева, О.Г. Тыхенова // Зоотехния. — 2011. — №2(23). — С. 35—38.

46. Лумбунов С.Г. Продуктивное долголетие коров симментальской породы в условиях Республики Бурятия /С.Г. Лумбунов, О.П. Нимаева, С.Б. Ешижамсоева. — Улан-Удэ : БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2017 — 185 с.

47. Ларина Н.А. Влияние кормления на продуктивные показатели коров-первотелок в начале лактации /Н.А. Ларина // Вестник АГАУ.— 2018. — №8(166). — С. 107—112.

48. Любимов А.И. Взаимосвязь физиологических признаков с продуктивным долголетием коров черно-пестрой породы при различных способах содержания / А.С. Овчаренко, Л.В. Хаина // Вестник ОГАУ.— 2018. — №1(29). — С. 43—50.

49. Лапина М.Н. Взаимосвязь продуктивного долголетия и воспроизводительных способностей у коров черно-пестрой породы / М.Н. Лапина [и др.] // Сельскохозяйственный журнал. — 2019. — №1(12). — С. 56—63.

50. Москаленко Л.П. Оценка прогноза молочной продуктивности коров современными методами селекции / Л.П. Москаленко [и др.] — Ярославль : ФГБОУ ВПО ЯГСХА, 2005. — 145 с.

51. Муравьева Н.А. Влияние компонентов фенотипической изменчивости на продуктивные признаки коров ярославской породы / Н.А. Муравьева // Вестник АПК Верхневолжья. — 2010. — № 4. — С.90—93.

52. Москаленко Л.П. Совершенствование методов разведения молочных пород крупного рогатого скота /Л.П. Москаленко [и др.] — Ярославль: ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2012. — 146 с.

53. Москаленко Л.П. Комплексная оценка влияния генетических и паратипических факторов на продуктивное долголетие голштинизированных коров ярославской породы / Вестник АПК Верхневолжья. — 2013. — №3(23) — С.41—46.

54. Москаленко Л.П.Современные методы оценки продуктивности коров молочного направления: Л.П. Москаленко, Н.А. Муравьева, Н.С. Фураева — Ярославль: ФГБОУ ВПО Ярославская ГСХА, 2014. — 102 с.

55. Небасова Н.В. Комплексная оценка генотипа быков с учетом продолжительности хозяйственного использования дочерей: дис. … канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Небасова Надежда Владимировна. — СПБ,Пушкин — 2008. — 116 с.

56. Новиков А.В., Бояринцева Г.Г. Значение наследственности быков – производителей в популяции крупного рогатого скота /А.В. Новиков, Г.Г. Бояринцева // Аграрный вестник Урала. — 2012. — №10. — С. 31—34.

57. Нимаева О.П. Продуктивное долголетие коров симментальской породы в условиях Республики Бурятии : диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.02.10 / Нимаева Оюна Петровна. — Улан-Удэ, 2013. — 110с.

58. Примак В.А. Полифакторные индексы в оценке молочных коров: дис. … канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Сервах Борис Анатольевич. — СПБ, Пушкин — 2002. — 119 с.

59. Прожерин В. Племенная оценка голштинских быков при использовании в популяции холмогорского скота / В. Прожерин, Б.Завертяев // Молочное и мясное скотоводство. — 2006. — №4. — С.19—22.

60. Петрова А.С. Продуктивное долголетие коров айрширской породы и факторы его определяющие : диссертация …кандидата сельскохозяйственных наук : 06.02.07 / Петрова Анна Сергеевна — Саранск, 2012 — 19 с.

61. Полухина М.Г. Влияние интенсивности выбраковки черно-пестрого скота на корреляцию селекционных признаков / М.Г. Полухина // Аграрная Россия. — 2013. — №7. — С.19—23.

62. Романенко Л.В. Стратегия питания высокопродуктивных голштинизированных коров черно-пестрой породы / Л.В. Романенко // Молочное и мясное скотоводство. — 2014. — №6. — С. 34—36.

63. Рудишина Н.М. Продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы в зависимости от возраста первого осеменения и уровня удоя за первую лактацию / Н.М. Рудишина, И.В. Штырева // Весник Казанского ГАУ. — 2016. — №4(42). — С.39—43.

64. Русанова В.В. Влияние некоторых физиологических факторов на молочную продуктивность черно-пестрой породы / В.В. Русанова // Вестник Новосибирского аграрного университета. — 2018. — №3. — С. 108—116.

65. Руденко О.В. Связь уровня молочной продуктивности красных гор-

батовских коров с их продуктивным долголетием / О.В. Руденко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2019. — №1(45). — С. 101—106.

66. Русанова В.В. Изучение влияния некоторых факторов на продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы / В.В. Русанова, Т.Е. Федоткина // Аграрная наука – сельскому хозяйству. Материалы XIV Международной научно-практической конференции. — Барнаул, 2019. —С. 209—211.

67. Сервах Б.А Комплексная оценка быков-производителей на основе полифакторных индексов: дис. … канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Сервах Борис Анатольевич. — СПБ — 2004. — 115 с.

68. Сакса Е.И. Роль целенаправленного отбора и подбора при создании высокопродуктивных голштинизированных стад черно-пестрой породы / Е.И. Сакса // Генетика и разведение животных. — 2014. — №2. — С.7—10.

69. Суровцев В.Н. Экономические аспекты продуктивного долголетия молочных коров / В.Н. Суровцев, Ю.Н. Никулина // Молочное и мясное скотоводство , 2014 —№8, С.2—5.

70. Сермягин А.А. Использование геномной оценки для совершенствования племенных качеств скота голштинской и черно-пестрой пород России / А.А. Сермягин [и др.] // Пути продления продуктивной жизни молочных коров на основе оптимизации разведения, технологий содержания и кормления животных: Матер. междунар. науч-прак. конф. — Дубровицы, 2015. — С. 115—120.

71. Семенова Н.В. Генетические параметры продуктивных и технологических признаков голштинизированного молочного скота и использование их при моедлировании селекционного процесса : дис. … канд. с.-х. наук: 06.02.07 / Семенова Наталья Валентинновна. — Киров, 2017. — 114 с.

72. Тяпугин С.Е. Влияние генетических и паратипических факторов на продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы : дис. … канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Тяпугин Сергей Евгеньевич. — Санкт-Петербург, 2005. — 105с.

73. Тутукова С.В. Эффективность формирования селекционных групп

производителей при использовании принципов линейного разведения / С.В. Тутукова // Аспекты современной науки. — 2010. — №2.— С. 5—7.

74. Трухачев В.И. Индексы племенной ценности в современном молочном скотоводстве / В.И. Трухачев, Н.З. Злыднев, М.И. Селионова // Ставрополь. — Главный зоотехник, 2014.— № 1 — с.8—14.

75. Титова С.В. Показатель сохранности дочерей в оценке быков / С.В. Титова // Вестник Марийского государственного университета, 2017 —№2(10) — С. 48— 52

76. Титова С.В. Воспроизводительные качества молочных коров при разном уровне удоя / С.В. Титова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2021. — №22(4). — С. 588—596.

77. Федосеева Н.А. Пути повышения продуктивного долголетия коров / Н.А. Федосеева [и др.] .— Москва : Спутник, 2015. — 113 с.

78. Хуг О. Стохастическая радиобиология / О. Хуг, М. Келлерер. — М.: Атомиздат, 1983. — 183с.

79. Хромова Л.Г. Повышение эффективности использования красно-пестрой породы крупного рогатого скота для производства молока и говядины в условиях Центрально-Черноземного региона : дис. … кандидата сельскохозяйственных наук: 06.02.07 / Хромова Любовь Георгиеевна. — Воронеж, 2006. — 311 с.

80. Хохряков С. А. Влияние систем содержания на хозяйственное использование молочного скота в Удмуртской Республике : дис. … кандидата сельскохозяйственных наук: 06.02.07 / Хохряков Сергей Александрович. — Ижевск, 2007. — 133 с.

81. Холомьев А.Г. Влияние ряда паратипических факторов на продуктивное долголетие коров сычевской породы / А.Г. Холомьев, Н.С. Петкевич, В.К. Чернушенко // Зоотехния. — 2010. — № 9. — С. 19—20.

82. Холомьев А.Г. Влияние уровня кровности по красно-пестрой голштинской породе на молочную продуктивность коров сычевской породы / А.Г. Холомьев, В.К. Чернушенко // Научное обеспечение аграрного производ-

ства в современных условиях: матер.междунар. науч.-прак. конф., посвящ. 35-летию ФГОУ ВПО «Смоленская ГСХА» — Смоленск, 2010. — С. 416—419.

83. Холодова Л.В. Связь воспроизводительной способности с продуктивным долголетием коров / Л.В. Холодова // Вестник НГАУ. — 2021.— №2(59). — С. 167—174.

84. Черепанов Г.Г. Исследования возрастной динамики молочной продуктивности и интенсивности выбраковки коров в связи с длительностью их хозяйственного использования / Г.Г. Черепанов, В.Б. Решетов // Проблемы биологии продуктивных животных, 2011. — №3 — С.26 —36.

85. Чувакин А.С. Влияние генотипических и паратипических факторов на продуктивное долголетие коров при разных способах содержания. : дис. …кандидата сельскохозяйственных наук: 06.02.10 / Александр Сергеевич Чувакин. — Ижевск, 2018. — 127 с.

86. Чугунов В.А. Методика оценки будущей молочной продуктивности симментальской породы / В.А. Чугунов, Е.Б. Радзиевский, Т.В. Коноблей // Вестник Курганской ГСХА. — 2021. — №1(37). — С. 45—50.

87. Шендаков А.И. Оценка эффективности отбора скота черно-пестрой породы по молочной продуктивности / А.И. Шендаков // Вестник ОрелГАУ, 2010. — №6. — С. 93—100.

88. Шлыкова Т.В. Рекомендации по совершенствованию и использованию коров симментальской породы на фермах и комплексах. / Т.В. Шлыкова, С.А. Ламонов, А.Н. Негреева — Мичуринск, 2010. — 17 с.

89. Щербатый З.Е. Молочная продуктивность и воспроизводительная способность коров украинской черно-пестрой молочной породы разных типов конституции / З.Е. Щербатый, П.В. Боднар, Ю.Г. Кропывка // Национальный вестник Львовского национального университета ветеринарной медицины и биотехнологии им. С.З. Гжицкого. — 2017. — Т.19. — №74.— С. 182—187.

90. Albert H. Sequential ordinal modeling with applicationns to survival data. /H. Albert,.S. Chib // Biometrics, 2001. — № 57. — P. 829-836.

91. Ahlman T. Organic Dairy Production – Herd Characteristics and Genotype

by Environment Interactions. / T.Ahlman - Uppsala, 2010. — 59p.

92. Beeton M. On the inheritance of the duration of life and on the intencily of natural selection in man / M. Beeton, K. Pearson // Biometrika, 1901. — № 1. — P. 50—89.

93. Boldman K.G. Prediction of Sire Transmitting Abilities for Herd Life from Transmitting Abilities for Linear Type Traits / K.G. Boldman, A.E. Freeman, B.L. Harris // J. Dairy Sci., 1992. — № 75. — P.75. — P. 552—563.

94. Beaudeau F. Effect of Disease on Length of Productive Life of French Holstein Dairy Cows Assessed by Survival Analysis / F. Beaudeau, V. Ducrocq, C. Fourichon, H. Seegers // J. Dairy Sci., 1995. — № 78. — P. 103—117.

95. Boettcher P.J. Comparison of methods for genetic evolution of sires for survival of their daughters in the first three lactations / P.J. Boettcher, L.K. Jairath, J.C.M. Dekkers // J. Dairy Sci., 1999. — № 82.—P. 1031—1044.

96. Buenger A. Analysis of Survival in Dairy Cows with Supplementary Data on Type Scores and Housing Systems from a Region of Northwest Germany / A. Buenger, V. Ducrocq, H.H. Swalve // J. Dairy Sci., 2001. — № 84. — P. 1531—1541.

97. Berry D.P Phenotypic Associations Between Traits Other than Production and Longevity in New Zealand Dairy Cattle / D.P. Berry [et al] // J. Dairy Sci., 2005. — № 88. — P. 2962—2974.

98. Brotherstone S. Genetic Parameters of Growth in Dairy Cattle and Associations Between Growth and Health Traits /S. Brotherstone, M.P. Coffey, G. Banos // J. Dairy Sci., 2007. — № 90 — P. 444—450.

99. Cue R.I. Genetic parameters for traits other than production in purebred and crossbred New Zealand dairy cattle./ R.I. Cue., B.L. Harris, J.M. Rendel // Livestock Production Science, 1996. — № 45. — P.123—135.

100. Caraviello D.Z. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in US Holstein cattle using a Weibull proportional hazards model / D. Z. Caraviello , K.A. Weigel, D. Gianola // J. Dairy Sci., 2004. — №87. — P.2677—2686.

101. Carlén E. Comparison between linear models and survival analysis for genetic evaluation of clinical mastitis in dairy cattle. / E. Carlén, M. delP. Schneider, E.J. Strandberg // J. Dairy Sci., 2005. — № 88. — P.797—803.

102. Cecchinato A. A Comparison between different survival and threshold models with an application to piglet preweaning survival in a dry-cured ham-producing crossbred line / A. Cecchinato [et al] // J. Anim. Sci., 2021. — № 2 — 88p.

103. Diamond J. M Causes of death before birth / J. M. Diamond // Nature, 1987. — №329. — P.487—488.

104. Dekkers J.C.M. Relationships Between Sire Genetic Evaluations for Conformation and Functional Herd Life of Daughters./ J.C.M. Dekkers, L.K. Jairath, B.N. Lawrence // J. Dairy Sci., 1994. — № 77. — P. 844—854.

105. Ducrocq V. & Casella G., A Bayesian analysis of mixed survival models / / Ducrocq V., Casella G. // Genetics Selections Evolution. — 1996. — № 28. — P. 505—529.

106. DucrocqV. Survival analysis, a tatistical tool for longevity data / V. Ducrocq // 48 Annual Meeting if the EAAP — Vienna, Austria, 1997 — P. 25—28.

107. Dematawewa C.M.B. Genetic and Phenotypic Parameters for 305-Day Yield, Fertility, and Survival in Holsteins / C.M.B. Dematawewa, P.J. Berger // J. Dairy Sci., 1998. — № 81. — P. 2700—2709.

108. Dürr J.W. Genetic Analysis of Herd Life in Quebec Holsteins Using Weibull Models / J.W. Dürr, H. G. Monardes, R.I. Cue // J. Dairy Sci., 1999. — №82. — P. 2503—2513.

109. Ducrocq V. An improved model for the French genetic evaluation of dairy bulls on length of productive life of their daughters. / V. Ducrocq //Anim. Sci., 2005. — № 80. — P.249—256.

110. De Vries A. Reproductive risk factors for culling and productive life in large dairy herds in the eastern United States between 2001 and 2006. /A. De Vries, J.D. Olson, P.J. Pinedo // J. Dairy Sci., 2010. — № 93. — P. 613—623.

111. Dzomba E.F. Random regression test-day model for the analysis of

dairy cattle production data in South Africa / E.F. Dzomba [et al.] // Creating the framework. S. Afr. — 2010. — № 40. — P: 273—284.

112. Du Toit J. Genetic evaluation of productive herd life in dairy cattle: PhD dissertation / A. Du Toit. — University of the Free State, Bloemfontein, South Africa — 2011.

113. Everett R. Relationships aamong type, production and stayability in Holstein sir evaluation / R. Everett, J.R. Keown, E.E. Clapp // J. Dairy Sci. — 1976 — № 59.

114. Essl A. Longevity in dairy cattle breeding: a review / A. Essl // Livestock Production Science. — 1998. — № 57. — P. 79—89.

115. Efimova L., Gatilova E., Ivanov E., Tereshchenko V. / The effect of immunogenetic factors on productive longevity and reproductive qualities of cows / L. Efimova [et al.] // BIO Web Confereces. FIES. — 2020.

116. Friedman D. B. Three mutants that extent both mean and maximum life span of the nematode, Caenorhabditis elegans. Define the age-1 / D.B. Friedman, T. E. Johnson //J. Gerontol. — 1988. — № 43. — P. 102—109.

117. Fall N. Healt and Reproduction in Organic and Conventional Swedish Dairy Cows : Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences / Fall Nils. — Repro, Uppsala. — 2009. — 55 p.

118. Gill G. Relationship of Age at First Calving, Days Open, Days Dry, and Herdlife to a Profit Function for Dairy Cattle / G.S. Gill, F.R. Allaire // J. Dairy Sci. — 1975. — № 59. — P. 1131—1139.

119. Gianola D. Theory and analyses of threshold characters / D. Gianola // J. Anim. Sci. — 1982. — № 54. —P. 1078—1096.

120. Gianola D. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model / D. Gianola, J.L. Foulley // Genet. Sel. Evol. — 1983. — № 15. — P. 201-224.

121. Groen A.F. Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits / A.F. Groen et el // Report of an EAAP-working group. Livest. Prod. Sci. — 1997. — №49.P.1—21.

122. Gonzalez-Recio, O. Genetic relationship of discrete-time survival with fertility and production in dairy cattle using bivariate models / O. Gonzalez-Recio, R. Alenda // Genet. Sel. Evol. — 2007. — № 39. — P. 391—404.

123. Gibson J. P. Economic selection indexes. Chapter 6 in Design and Economics of Animal Breeding strategies. / Gibson, J. P. and J. C. M. Dekkers. 2009 // Accessed August 14, 2014. — http://www.anslab.iastate.edu/Class/AnS652X/Chapter6.pdf.

124. Hazel L.N. The genetic basis for constructing selection indexes / L.N. Hazel // Genetics. — 1943. — № 28. —P.476 — 490.

125. Henderson C.H. Selection index and expected advans / C.H. Henderson — Departament of Animal Hussbandry, Cornell University, Ithaca, New York, Statatistical Geneyics and Plant Breeding. — 1963. — P. 141-163

126. Henderson Jr. C.R. Analysis of covariance in the mixed model: higher-level, nonhomogeneous, and random regressions / Jr. C.R. Henderson // Biometrics. — 1982. — № 38. — P. 623—640.

127. Harris B.L. & Freeman A E. Analysis of Herd Life in Guernsey Dairy Cattle / B.L. Harris, A.E. Freeman //J. Dairy Sci. — 1992. — №75. — P. 2008—2016.

128. Harris B.L. Analysis of Herd Life in Guernsey Dairy Cattle / B.L. Harris, A.E. Freeman // J. Dairy Sci. — 1992. — № 75. — P. 2008—2016.

129. Hazel L.N. The selection Index—Then, Now, and for the Futur / L.N. Hazel // J. Dairy Sci. — 1994. — №77. — P.3236 — 3251.

130. Hansen L. B. Productive Life and Reasons for Disposal of Holstein Cows Selected for Large Versus Small Body Size / L.B. Hansen [et al.] // J. Dairy Sci. — 1999. — № 82. — P. 795—801.

131. Holtsmark M., Heringstad B., Madsen P. & Ødegård J. Genetic relationship between culling, milk production, fertility, and health traits in Norwegian Red cows / M. Holtsmark [et al.] //J. Dairy Sci. — 2008. — № 91. P. 4006—4012.

132. Haworth G.M. Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows / G.M.

Haworth [et al.] // Veterinary Record. — 2008. — № 162. — P. 91—104.

133. Hamoen A. The role of robustness in type classification. Breeding for robustness in cattle / A. Hamoen, G. de Jong M. van Pelt. — EAAP publication. — 2009. — 126 p.

134. Haworth G.M. Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows / G.M. Haworth [et al.] // Veterinary Record. — 2014. — № 162. —P. 91 — 104

135. Haile-Mariam M. Genetic and environmental relationship among calving interval, survival, persistency of milk yield and somatic cell count in dairy cattle/ M. Haile-Mariam, P.J. Bowman, M.E. Godard // Livestock Production Science. — 2014. — № 15. — P. 371—375.

136. Jacquard A. Heritability of human longevity: Biological and Social Aspects of Mortality and the Length of Life / A. Jacquard // Ed. H. S. Preston. Liege. — 1982.

137. Jacquard A. Heritability: One word, three concepts / A. Jacqard // Biometrics. — 1983. — № 39. — № 465—477.

138. Jairath L. Genetic parameters of functional and true lactational survival, and conformation traits in registered Canadian Holsteins / L. Jairath, J.C.M. Dekkers //J. Dairy Sci. — 1994. — №77. — 40—44

139. Jamrozik J. Genetic evaluation of cattle usinq test day yields and random regression model / J. Jamrozik, L. Schaeffer // J. Dairy Sci. — 1997. — №80. — P. 1217—1226.

140. Jairath L. Genetic evaluation for herd lif in Canada / L. Jairat [et al.] //J. Dairy Sci. — 1998. — № 81. — P. 550—562.

141. Jamrozik J. Comparison of models for genetic evaluation of survival traits in dairy cattle: a simulation study / J. Jamrozik, J. Fatehi, L.R. Schaffer // J.Anim. Breed. Genet. — 2008. — № 125. — P. 75—83.

142. Jovanovac S. Analysis of the relationships between type traits and longevity in Croatian Simmental cattle using survival analysis / S. Jovanovac, N.Raguz // Agric. Conspec. — 2011. — № 76. — P. 249—253.

143. Kalbfleisch I. Statistical Analysis of Failure Time Data / I.Kalbfleisch, P. Prentice // Maths — 1980.

144. Klassen D.J. Genetic Correlations Between Lifetime Production and Linearized Type in Canadian Holsteins / D. J. Klassen [et al.] //J. Dairy Sci. — 1992. — № 75. — P. 2272—2282.

145. Kargo M. Economic basis for the Nordic Total Merit Index / M.Kargo, L. Hjort, M. Toivonen [et el] // J. Dairy Sci. 2014 97 7879-7888.

146. Lints F. A. An attempt to select for increased longevity in Drosophila melanogaster / F.A. Lints, J. Stoll, G. Gruwez // Ibid. — 1979. — № 25. — P. 192—204.

147. Laird N.M. Random-effects models for longitudinal data / N.M. Laird, J.H. Ware //Biometrics. — 1982. — № 38. — P. 963—974.

148. Luckinbill L. S. Selection for life span in Drosophila melanogaster / L.S. Luckinbill, M. J. Clare // Heredity. — 1985. — № 55. — P. 9—18.

149. Lynch, M., and B. Walsh. 1998. Genetics and Analysis of Quantitative Traits / M. Lynch and B. Walsh // Sinauer Associates Inc., Sunderland, MA — 1998.

150. Miller P. Relationships Among Herd Life, Milk Production and Calving Interval / P. Miller, L.D. Van Vleck, C.R. Henderson // J. Dairy Sci. — 1967. — № 50. — P. 1283—1287.

151. Murphy E.A. Genetics of longevity in man / E.A. Marphy // The Genetics of Aging. N.Y. — 1978.

152. Madgwick P.A. Genetic and Phenotypic Parameters of Longevity in Australian Dairy Cattle / P.A. Madgwick, M.E. Goddard // J. Dairy Sci. — 1989. — №72. — P. 2624—2632.

153. Meyer K. Estimates of genetic and phenotypic covariance functions for postweaning growth and mature weight of beef cows / K. Meyer //J. Anim. Breed. Genet. — 1999. — № 116. — P. 181—205.

154. Mrode R.A. Genetic correlations of somatic cell count and conformation traits with herd life in dairy breeds, with an application to national genetic

evaluations for herd life in the United Kingdom / R.A. Mrode, G.J.T. Swanson, C.M. Lindberg //Livestock Production Science. — 2000. — № 65.

155. Mészáros G. Genetic evaluation for length of productive life in Slovak Pinzgau cattle / G. Mészáros [et al.] // Arch. Tierz., Dummerstorf — 2008. – № 51. – P. 438-448.

156. Maiwashe A., Nephawe K.A. & Theron H.E. Analysis of stayability in South African Angus using a threshold model / A. Maiwashe, K.A. Nephawe, H.E. Theron // S. Afr. J. Anim. Sci.—2009. — № 39, P. 55—60.

157. M'hamdi N. Study on functional longevity of Tunisian Holstein dairy cattle using a Weibull proportional hazard model / N. M`hamdi [et al.] // Livest. Sci. — 2010. — № 132. — P. 173—176.

158. Neerhof H. J. Relationships Between Mastitis and Functional Longevity in Danish Black and White Dairy Cattle Estimated Using Survival Analysis / H.J. Neerhof [et al.] // J. Dairy Sci. — 2000. — № 83. — P. 1064—1071.

159. Nielsen H. M. Economic values for production and functional traits in dairy cattle breeding goals derived by stochastic simulation. PhD Thesis / The Agricultural University, Copenhagen, Denmark — 2004.

160. Novaković Ž. Longevity of High-Yielding Cows / Ž. Novaković [at al.] / /Biotechnology in Animal Husbandry. — 2009. — №25. — P. 1045—1050.

161. NAV. 2014. Excel program for calculation of economic weights used in NTM. — Accessed April 29, 2014. — http://www.nordicebv.info/NR/rdonlyres/0BDB534F-8BAC-44ED-92BC-6758604178D1/0/TMI. xls.

162. Olesen I. Definition of animal breeding goals for sustainable production systems / I. Olesen, A. F. Groen, B. Gjerde // J. Anim. Sci. — 2000. — № 78. —P. 570–582.

163. Pearl R. Studies on human longevity. The inheritance of longevity/ R. Perl // Hum. Biol. — 1931. — № 3. P. 245—269.

164. Philippe P. Familial correlations of longevity: An isolate-based study / P. Philippe // Amer. J. Med. Genet. — 1978. — № 2. — P. 121—129.

165. Pryce J.E. Estimation of lifespan breeding values in the UK and

their relationship with health and fertility traits / J.E. Pryce, S. Brotherstone // Bulletin Interbull. — 1999. — № 21 — P.166—169.

166. Pérez-Cabal M.A. Genetic and Phenotypic Relationships Among Locomotion Type Traits, Profit, Production, Longevity, and Fertility in Spanish Dairy Cows / M.A. Pérez-Cabal [et al.] // J. Dairy Sci. — 2006. — № 89. — P. 1776—1783.

167. Pedersen, J. Report on economic basis for a Nordic total merit index / J. Pedersen, M. K. Sørensen, M. Toivonen, J. Å. Eriksson, and G. P. Aamand.— 2008. — Accessed April 29, 2014.— http://www.nordicebv.info/NR/rdonlyres/B618C0E5-FF6F-4D31-8F86-B3CE4A140043/0/NAV_TMI_report_lastversion_131108.pdf.

168. Potocnik K. Analysis of Longevity in Slovenian Holstein Cattle / K. Potocnik [et al.] // Acta Agriculturae Slovenica. — 2011. — № 98 — P. 93—100.

169. Rogers G.W. Relationships among Survival and Linear Type Traits in Jerseys / G.W. Rogers, G.L. Hargrove, J.B. Cooper // J. Dairy Sci. — 1991. — №74. — P. 286—291.

170. Roxström, A. Genetic analysis of functional, fertility, mastitis, and production-determined length of productive life in Swedish dairy cattle / A. Roxström, E. Strandberg, E. // Livestock Production Science. — 2002. — № 74. — P.125-135.

171. Sacher G. A. Life table modification and life prolongation / G.A. Sacher // Handbook of the Biology of Aging. — 1977. — № 28 — P. 582-638.

172. Short T.H. Genetic Parameters of Conformation Traits, Milk Yield, and Herd Life in Holsteins / T.H. Short, T.J. Lawlor //J. Dairy Sci. — 1992. — №75. 1987—1998.

173. Strandberg E. & Roxström A. Genetic parameters of functional and fertility determined length of productive life in Swedish dairy cattle/ E. Strandberg, A. Roxström // Animal Science. — 2000. — № 70. — P. 383—389.

174. Samoré A.B., Schneider M.del P., Canavesi F., Bagnato A. & Groen A.F. Relationship between somatic cell count and functional longevity assessed us-

ing survival analysis in Italian Holstein–Friesian cow / A.B. Samoré [et al.] // Livestock Production Science. — 2003. — 80. — P. 211—231.

175. Schneider M. del P. Impact of Type Traits on Functional Herd Life of Quebec Holsteins Assessed by Survival Analysis / M. del P. Schneider [et al.] // J.Dairy Sci. — 2003. — № 86. — P. 4083—4089.

176. Sewalem A. Genetic Analysis of Herd Life in Canadian Dairy Cattle on a Lactation Basis Using a Weibull Proportional Hazards Model / A. Sewalem [et al.] // J. Dairy Sci. — 2005. — № 88. — 368—375.

177. Schneider M. del P. The effect of veterinary-treated clinical mastitis and pregnancy status on culling in Swedish dairy cows / M. del P. Schneider [et al.] //Preventive Veterinary Medicine. — 2007. — № 80. — P. 179—192.

178. Sewalem A. Relationship Between Reproduction Traits and Functional Longevity in Canadian Dairy Cattle / A. Sewalem, F. Miglior, G.J., P. Sulliva, B.J. Van Doormaal // J. Dairy Sci. — 2008. — № 91. — P.1660—1668.

179. Smith S.P. Productive lifespan of bull progeny groups: Failure time analysis / S.P. Smith, R.L. Quaas R.L. // J. Dairy Sci. — 1984. — № 67. — P. 2999—3007.

180. Short T.H. Genetic Parameters of Conformation Traits, Milk Yield, and Herd Life in Holsteins / T.H. Short, T.J. Lawlor // J. Dairy Sci. — 1992. — №75. — P. 1987—1998.

181. Schaeffer L.R. & Dekkers J.C.M. Random regressions in animal models for test-day production in dairy cattle. Proceedings of Fifth World Congress of Genetics Applied to Livestock Production./ L.R. Schaeffer, J.C.M. Dekkers vol. XVIII. Guelph, Ont., Canada. — 1994. — P. 443—446.

182. Samoré A.B. Genetic parameters for functional longevity, type traits, SCS, milk flow and production in the Italian Brown Swiss / A.B. Samoré [et al.] // Ital J. Anim. — 2010. — № 9. — P. 145—152.

183. Timofeejf-Ressovsky N. W. Treffenprinzip in der Biologie / N.W. Timofeejf-Ressovsky. — K.G. Zimmer Biophysik. — Leipzig, 1947. — 317 p.

184. Tantawy A. O. Studies of natural populations of Drosophila. 9.

Some fitness component and their heritabilities in natural and mutant populations of Drosophila melanogaster / A.O. Tantawy, M.R. El-Helw // Genetics (USA). — 1970. — № 64, P.79—91.

185. Tekerli M. Relationships between production and fertility traits in first lactation and life time performances of Holstein cows under subtropical condition / M. Tekerli M., S. Koçak //Archiv Tierzucht. — 2009. — № 52. — P. 364—370.

186. Tsuruta S. Bivariate analysis of conception rates and test-day milk yields in Holsteins using a threshold-linear model with random regressions / S. Tsuruta [at al.] //J. Dairy Sci. — 2009. — № 92. — P. 2922—2930.

187. Van Arendonk, J.A.M. Economic importance and possibilities for improvement of dairy cow herd life. Proc. / J.A.M Van Arendonk //3rd World Congress Genetic Application Livestock Production. — Lincoln, 1986. — P. 95—100

188. VanRaden P.M. Genetic Evaluation of length of productive life including predicted longevity of live cows / P.M. VanRaden, E.J.H. Klaaskate // J.Dairy Sci. — 1993.— № 76. — P. 2758—2764.

189. Vukašinović N. N. Genetic relationships among longevity, milk production, and type traits in Swiss Brown cattle / N. Vukašinović, J. Moll, N. Kiinzi //Livestock Production Science. — 1995. — № 41. — P. 11—18.

190. Visscher P.M. Genetic Parameters for Milk Yield, Survival, Workability and Type Traits for Australian Dairy Cattle / P.M. Visscher, M.E. Goddard // J. Dairy Sci. — 1995. — № 78. — P. 205—220.

191. Vollema Ant. R. A Comparison of Breeding Value Predictors for Longevity Using a Linear Model and Survival Analysis / Ant. R. Vollema, Ab. F. Groen // J. Dairy Sci. — 1998. — № 81. — P. 3315—3320.

192. Veerkamp R.F. Survival analisis using random regression models / R.F. Veerkamp, S. Brotherstone, T.H.E. Meuwissen // J. Dairy Sci. — 1999. — № 21. — P. 36—40.

193. Vollema A.R., Van Der Beek S., Harbers A.G.F. & De Jong G. Genetic Evaluation for Longevity of Dutch Dairy Bulls / A.R. Vollema [et.el.] //

J.Dairy Sci. — 2000. — P.80—83.

194. Veerkamp R.F. Analysis of censored survival data using random regression models / R.F. Veerkamp [et al.] //Anim. Sci. — 2001. — № 72. —P.1—10.

195. Van der Westhuizen R.R. Heritability estimates derived from threshold analyses for reproduction and stayability traits in a beef cattle herd / R.R. Van der Westhuizen [et al.] //S. Afr. J. Anim. Sci. — 2001. — № 31. — P. 25—32.

196. VanRaden, P.M. Productive life including all lactations and longer lactations with diminishing credits / P.M. VanRaden [et al.] // J. Dairy Sci. — 2006. — № 89. — P. 3213—3220.

197. Vacek M., Štípková M., Němcová E. & Bouška J.. Relationships between conformation traits and longevity of Holstein cows in the Czech Republic. //Czech Journal of Animal Science. — 2006. — 51p.

198. VanRaden P.M. Value of selecting for cow and calf livability / P.M.VanRaden, J.R. Wright, M.E. Tooker, and H.D. Norman // Interbull Bull, 2016. — №33. — P.50 — 30.

199. Wall E. The relationship between body energy traits and production and fitness traits in first-lactation dairy cows / E. Wall, M.P. Coffey, S. Brotherstone // J. Dairy Sci. 2007. — № 90. — P. 1527 — 1537.

200. Wathes D. C., Brickell J. S., Bourne N. E., Swalia A. & Cheng Z. Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms / D.C. Wathes //Animal. — 2008. — № 2. — P. 1135—1143.

201. Zavadilová L. Analysis of the phenotypic relationships between type traits and functional survival in Czech Fleckvieh cows / L. Zavadilová [et al.] // Czech Journal of Animal Science — 2009. — № 54. — P. 521—531.

202. Zavadilová L. Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population / L. Zavadilová, M. Štípková //Czech J. Anim. Sci. — 2012. — № 57. — P. 125—136.

203. Yazdi M.N. A comparison of two survival analysis methods with the namber of lactations as a discrete time variate / M.N. Yazdi [et al.] // Interbull Bulletin. — 2002. — P. 48—52.

204. Yazdi M.H. Heritability, reliability of genetic evaluations and response to selection in proportional hazard models / M.H.Yazdi, P.M. Visscher, V.Ducrocq, Thompson R. // J. Dairy Sci., 2002. — №85. P.1563-1577.