

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Российский научно-исследовательский институт информации  
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому  
обеспечению агропромышленного комплекса»  
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
УЛУЧШЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО  
ПОТЕНЦИАЛА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА  
МОЛОЧНЫХ ПОРОД



Москва 2019

### «ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА» – ВАШ ПОМОЩНИК В НАУЧНОЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ, УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ!

Ежемесячный полноцветный научно-производственный и информационно-аналитический журнал «Техника и оборудование для села», учредителем и издателем которого является ФГБНУ «Росинформагротех», выпускается с 1997 г. при поддержке Минсельхоза России и Россельхозакадемии. За это время журнал стал одним из ведущих изданий в отрасли и как качественное и общественно значимое периодическое средство массовой информации в 2008, 2009 и 2011 гг. удостоен знака отличия «Золотой фонд прессы». В редакционный совет журнала входят 7 академиков РАН.

В журнале освещаются актуальные проблемы технической и технологической модернизации АПК: инновационные проекты, технологии и оборудование, энергосбережение и энергоэффективность; механизация, электрификация и автоматизация производства и переработки сельхозпродукции; агротехсервис; аграрная экономика; информатизация в АПК; развитие сельских территорий; технический уровень сельскохозяйственной техники; возобновляемая энергетика и др.

Журнал является постоянным участником большинства международных и российских выставок, конференций и других крупных мероприятий в области АПК, проходящих в России, неоднократно отмечался почетными грамотами, дипломами и медалями (более 10).

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Регионы распространения журнала: Центральный, Центрально-Черноземный, Поволжский, Северо-Кавказский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Северный, Северо-Западный, Калининградская область, а также государства СНГ (Украина, Беларусь, Казахстан).

Индекс в каталоге агентства «Роспечать» – 72493, в объединенном каталоге «Пресса России» – 42285.

Стоимость подписки на 2019 г. с доставкой по Российской Федерации – 8316 руб. с учетом НДС (10%), по СНГ и странам Балтии – 9480 руб. (НДС – 0%).

Приглашаем разместить в журнале «Техника и оборудование для села» информационные (рекламные) материалы, соответствующие целям и профилю журнала.

Подписку и размещение рекламы можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех» с любого месяца, на любой период, перечислив деньги на наш расчетный счет.

**Банковские реквизиты:** УФК по Московской области  
(Отдел № 28 Управления Федерального казначейства по МО)  
ИНН 5038001475/КПП 503801001  
ФГБНУ «Росинформагротех», л/с 20486Х71280,  
р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России по ЦФО, БИК 044525000  
В назначении платежа указать код КБК (000 0000 0000000 000 440), ОКТМО 46647158.

Адрес редакции: 141261, Московская обл., пос. Правдинский, ул. Лесная, 60, Росинформагротех, журнал «Техника и оборудование для села».

Справки по телефонам: (495) 993-44-04, (496) 531-19-92;  
E-mail: r\_technica@mail.ru, fgnu@rosinformagrotech.ru



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Российский научно-исследовательский институт информации  
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому  
обеспечению агропромышленного комплекса»  
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
УЛУЧШЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА  
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА МОЛОЧНЫХ ПОРОД**

---

---

Москва  
2019

УДК 636.22/.28.082.12

ББК 46.0-3

А 64

**Рецензенты:**

**С.Е. Тяпугин**, д-р с.-х. наук, директор (ФГБНУ ВНИИплем);

**Ю.Е. Валецкий**, канд. с.-х. наук, директор  
(племзавод ЗАО «Зеленоградское»)

**Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Маринченко Т.Е., Тихомиров А.И.** Анализ состояния и перспективы улучшения генетического потенциала крупного рогатого скота молочных пород: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 108 с.

**ISBN 978-5-7367-1476-6**

Рассмотрены состояние отрасли и племенной базы молочного скотоводства, специфика селекционно-племенной работы, перспективные направления улучшения генетического потенциала крупного рогатого скота молочного направления продуктивности.

Предназначен для работников органов управления АПК, научных работников и специалистов агропромышленного комплекса, сельскохозяйственных товаропроизводителей.

---

**Fedorenko, V.F., Mishurov, N.P., Marinchenko, T.E., Tikhomirov, A.I.**  
**Analysis of the status and prospects for improving the genetic potential of dairy cattle:** Scientific and Analytical Review. – М.: Rosinform-agrotekh, 2019. – 108 pp.

The state of the industry and the breeding base of dairy cattle breeding, the specifics of pedigree and breeding work, and promising areas for improving the genetic potential of dairy cattle are discussed.

It is intended for employees of the governing bodies of the agribusiness, researchers and specialists of the agribusiness, and agricultural producers.

УДК 636.22/.28.082.12

ББК 46.0-3

ISBN 978-5-7367-1476-6

© ФГБНУ «Росинформагротех», 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Производство молока в хозяйствах всех категорий в 2018 г. достигло 31 млн т, в том числе товарного 22,08 млн т (функционировало 19,5 тыс. сельскохозяйственных организаций, занимающихся молочным скотоводством), благодаря комплексу мер по поддержке сектора. Среднегодовые темпы прироста производства товарного молока в период 2013-2018 гг. составили 3%.

Импортозамещение сменилось ориентацией на экспорт. Поставлена задача к 2024 г. увеличить экспорт сельхозпродукции до 45 млрд т [1], в том числе молочной продукции – до 1,8 млн т в пересчете на сырое молоко. Достижение этого возможно за счет увеличения продуктивности животных и разведения пород скота, приспособленных к интенсивной технологии содержания. В связи с этим важно развивать племенное скотоводство, формировать конкурентоспособную отечественную племенную базу, удовлетворяющую потребностям сельскохозяйственных товаропроизводителей в высококачественной племенной продукции и позволяющую обеспечить бесперебойное комплектование товарных предприятий высокопродуктивным молодняком.

Интенсифицировать отрасль молочного скотоводства можно путем совершенствования и ускорения селекционного процесса, поиска новых приемов повышения адаптации животных в условиях промышленной технологии, установления взаимодействия генотипа и среды, их влияния на продуктивность. Эффективное использование генетических ресурсов предприятия, направленное на максимальную реализацию продуктивного потенциала скота, приводит к повышению рентабельности производства, снижает срок окупаемости инвестиционных вложений и делает отрасль более устойчивой [2, 3].

Немаловажное значение в сложившейся ситуации приобретает снижение технологической импортозависимости племенного жи-

вотноводства за счет разработки отечественных автоматизированных информационно-аналитических систем селекции с центрами IT-поддержки и хранения данных и размещения производства ветеринарных препаратов, кормовых добавок и расходных материалов для искусственного осеменения и проведения зоотехнических мероприятий на территории страны.

Приоритетным направлением в области развития молочного скотоводства в настоящее время является разработка технологий генетической оценки племенных животных на основе применения методов геномного и геномного анализа.

Решению задачи импортозамещения племенного материала будет способствовать внедрение подпрограммы «Улучшение генетического потенциала крупного рогатого скота молочных пород», которая должна быть нацелена на формирование полного научно-технологического цикла производства конкурентоспособного селекционного генетического материала, включая задачи по созданию и внедрению передовых технологий геномной селекции, диагностике возбудителей заболеваний и разработке ветеринарных средств защиты, и будет реализовываться с помощью механизма государственно-частного партнерства в рамках Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (далее – ФНТП).

Целью работы является анализ состояния и перспектив улучшения генетического потенциала крупного рогатого скота молочных пород. Для достижения поставленной цели рассмотрена специфика селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве, проанализированы состояние отрасли и племенной базы молочного скотоводства, перспективные исследования в отечественной и мировой практике, меры и инструменты государственной поддержки, оказываемые производителям и потребителям племенной продукции.

*Отзывы и замечания по изданию просьба направлять  
в ФГБНУ «Росинформагротех» по адресу: 141261, Московская обл.,  
Пушкинский р-н, пос. Правдинский, ул. Лесная, 60.  
Тел.: (495) 993-44-04, 993-42-92. Факс (496) 531-64-90.  
E-mail: fgnu@rosinformagrotech.ru*

## **1. СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛИ И ПЛЕМЕННОЙ БАЗЫ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА В РОССИИ**

### **1.1. Анализ современного состояния отрасли и рынка молочной продукции**

После введения специальных экономических мер с 2014 г. участники отрасли стали ориентироваться на оперативное наращивание производства и освоение новых технологий, которые позволили бы заменить импортные товары на магазинных полках. Был принят комплекс мер по поддержке сектора производства сырого молока, благодаря которому объемы его производства к настоящему времени достигли уровня 31 млн т при значительном общем увеличении эффективности производства.

В настоящее время отрасль формируется в соответствии с характерными для агропромышленного комплекса трендами и поставленными задачами, поэтому вместе с общим развитием экономики и распространением прогрессивных технологий меняются векторы дальнейшего развития АПК. На фоне появления значительного числа новых современных объектов производства и переработки сменился курс на импортозамещение в ближайшей и среднесрочной перспективе. Основными трендами молочной отрасли станут ориентация на экспорт, открытие новых рынков и развитие национальных брендов. Именно такие цели заложены в новой редакции Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (далее – Госпрограмма), которая продлена до 2025 г. [3, 4].

При этом необходимо иметь в виду быстро меняющиеся потребительские предпочтения. В настоящее время большой популяр-

ностью пользуется здоровый образ жизни в условиях интенсивного городского ритма. Маркетинговые исследования подтверждают, что потребители стремятся тратить меньше времени на бытовые дела, например на приготовление еды, но при этом хотят питаться правильно и разнообразно, рассчитывая на дополнительную пользу от продуктов, богатых витаминами, микроэлементами и пробиотиками.

Молочное скотоводство является одной из основных подотраслей животноводства, обеспечивающей производство молока-сырья как основной продукции и до 84% валового производства говядины (по состоянию на 2017 г.) [5].

Производство молока в хозяйствах всех категорий по итогам 2018 г. достигло рекордных за последние годы значений – 31,56 млн т (+1,2% к уровню 2017 г.). Производство товарного молока, которое поступает на переработку, составило 22,08 млн т (+3,2% по сравнению с 2017 г.). Среднегодовые темпы прироста товарного молока за последние три года составляют 3% (табл. 1).

Таблица 1

**Динамика основных показателей  
отрасли молочного скотоводства [6]**

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2017 г. по отношению к 2018 г., %
Производство молока в хозяйствах всех категорий, тыс. т	30 758,5	31 183,5	31 564,1	+1,2
В том числе товарного, тыс. т	20 616,4	21 384,2	22 079,1	+3,2
Поголовье коров в хозяйствах всех категорий на конец года, тыс. голов	8 263,7	8 226,0	8 159,0	-0,8
В том числе поголовье коров на конец года в СХО, К(Ф)Х и ИП, тыс. голов	4 547,2	4 555,2	4 551,7	-0,1
Доля племенных коров в СХО, К(Ф)Х и ИП, %	27,6	27,2	27,1	-0,1

Продолжение табл. 1

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2017 г. по отношению к 2018 г., %
В том числе племенных коров молочного и смешанного направлений продуктивности, %	22,2	23,0	23,0	+0,0
Число введенных в строй новых или модернизированных стойломест	140 382	170 908	78 639	+13,0

При этом сохраняется значительный потенциал наращивания производства. Залогом успешного развития отрасли в краткосрочной перспективе станет внедрение современных технологий кормления и содержания скота, воспроизводства стада и развитие генетики [6, 7].

По данным субъектов Российской Федерации, в настоящее время функционирует 19,5 тыс. организаций (кроме личных подсобных хозяйств – ЛПХ), занимающихся молочным скотоводством. При этом доля мелкотоварного производства (с поголовьем менее 400 коров) составляла 88%, производящих 45% молока; доля средних предприятий (от 400 до 800 голов) – 7,7%, на которые приходилось 22% молока [9].

Доля крупных комплексов (от 800 голов), где используются современные технологии содержания и кормления стада, составляла всего около 4%, при этом ими произведено около 33% молока от общего объема производства со средним надоем на 2 тыс. кг больше, чем в мелкотоварном секторе.

Структура производства по регионам во многом зависит от их внимания к отрасли. Лидерами по валовому производству являются республики Татарстан и Удмуртская, а также Краснодарский край, которые совокупно произвели 2,7 млн т молока [6, 10].

Рост товарного производства сырого молока обеспечивается положительной динамикой ввода в строй новых или модернизированных скотомест (см. табл. 1), продолжающейся интенсификацией молочного скотоводства – ростом молочной продуктивности и уровня товарности производства на фоне сохраняющегося негативного тренда сокращения поголовья коров (рис. 1) [7].

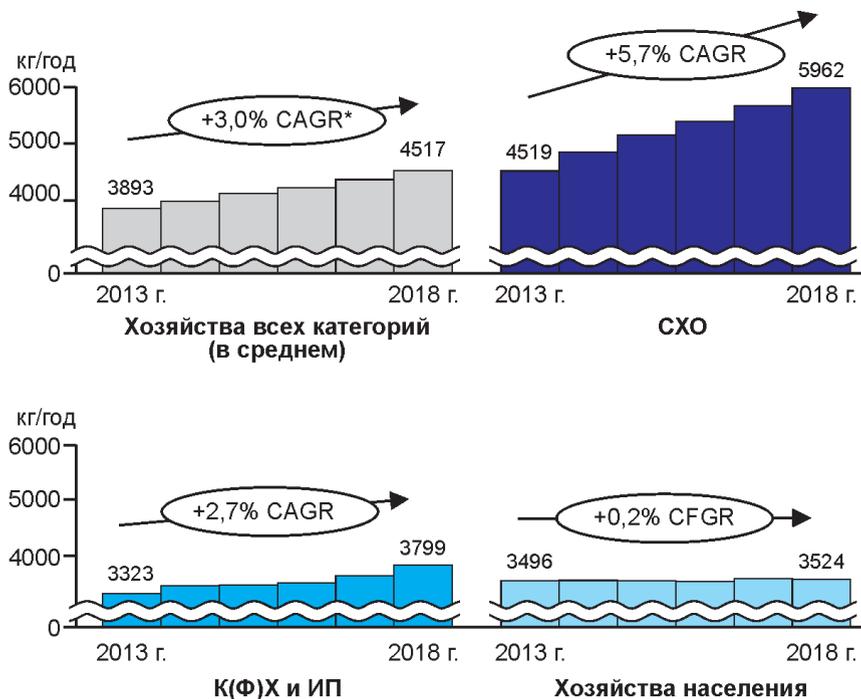


Рис. 1. Молочная продуктивность коров по категориям хозяйств [11]

\*Совокупный среднегодовой темп роста или среднегодовой темп роста с учетом сложных процентов (англ. Compound Annual Growth Rate, CAGR).

2018 г. стал в какой-то мере переломным для молочной отрасли: рынок впервые попал в ситуацию перепроизводства молока-сырья вследствие действия следующих негативных факторов кумулятивного характера:

1. Многолетнее снижение потребления молочной продукции на фоне падения реальных доходов населения, роста доли молокосодержащей продукции с заменителями молочного жира (ЗМЖ) и фальсификата на рынке.
2. Падение спроса переработчиков на сырое молоко на фоне инерционного роста производства товарного молока на 2-3% в год и ис-

черпанного потенциала импортозамещения, роста поставок дешевого сухого молока из Белоруссии и роста объемов производства молокоемких видов продукции, что в совокупности привело к перепроизводству и снижению цен на сырье.

3. Снижение цен в первой половине года и доходности в сырьевом секторе на фоне роста себестоимости производства.

Производители попали в сложную ситуацию балансирования на грани рентабельности практически в течение всего года, что в условиях высокой кредитной нагрузки существенно ухудшало их финансовое состояние [3, 8].

Государственная поддержка молочной отрасли остается одним из наиболее важных факторов устойчивого развития всего сектора. По заявлению главы Минсельхоза России, поддержка молочного животноводства имеет «стратегическое значение» – ежегодно на эти цели государство направляет более 25 млрд руб., что способствует проведению технологической модернизации предприятий, совершенствованию селекционно-племенной работы, развитию фермерских хозяйств, увеличению ассортимента отечественной молочной продукции и повышению ее качества [9].

Финансовое обеспечение реализации существующих мер государственной поддержки, таких как компенсация части прямых понесенных затрат при строительстве молочных ферм, на которые в 2018 г. было выплачено 5,9 млрд руб., стимулирование производства товарного молока (субсидия на 1 кг реализованного молока), поддержка племенного животноводства, а также появление и развитие инструмента льготного кредитования АПК в 2017-2018 гг., способствовало привлечению в отрасль инвестиций, развитию малых форм хозяйствования (МФХ), реализации инвестиционных проектов и наращиванию производства производителями за счет повышения его эффективности и модернизации мощностей, а также улучшению генетического потенциала животных (рис. 2) [12].

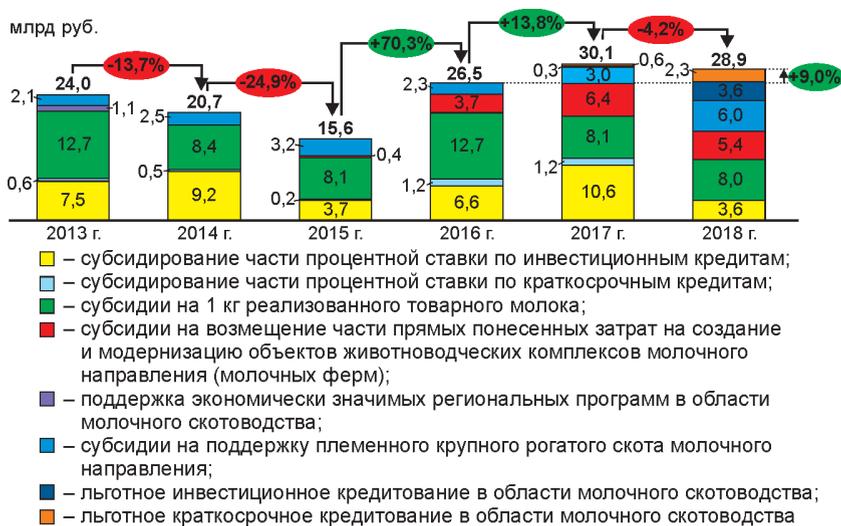


Рис. 2. Государственная поддержка молочного скотоводства из региональных бюджетов, млрд руб. [3]

Поддержка технологической модернизации в молочном скотоводстве осуществляется Минсельхозом России в рамках Госпрограммы, за период 2015–2017 гг. было отобрано 176 инвестиционных проектов, направленных на создание и (или) модернизацию объектов в молочном скотоводстве общей сметной стоимостью 50,9 млрд руб. и расчетным объемом субсидий 11,4 млрд руб. [13].

По данным аналитического центра «Инвестиционные проекты», в России реализуется 88 инвестиционных проектов, большая часть которых приходится на Центральный федеральный округ (28), на втором месте – Приволжский (17), на третьем – Северо-Западный федеральные округа (11). Наименьшая активность наблюдается в Уральском федеральном округе (4). Рейтинг наиболее капиталоемких проектов молочного сектора в активной стадии реализации, по данным «Milknews», представлен в прил. 1 [14].

Объем льготных кредитов превысил 31 млрд руб., что составляет 22% всего объема господдержки АПК [15].

Сохранение структуры и объемов поддержки молочной отрасли в 2019 г., в том числе из региональных бюджетов, на уровне не ниже

2018 г. (см. рис. 2) позволит сохранить позитивный тренд развития молочной отрасли и в ближайшее время достигнуть уровня продовольственной безопасности России в отношении молока и молочной продукции [11].

Однако экспертное сообщество отрасли видит необходимость в повышении эффективности государственной поддержки как производителей, так и переработчиков молока (в дополнение к введенному в 2018 г. субсидированию краткосрочных кредитов), а также в регулятивном вмешательстве государства (законодательное ограничение цен на социально значимую молочную продукцию, введение минимальных закупочных цен на молоко в каждом регионе) и других мерах (например, введение дифференцированной сезонной ставки субсидий на 1 л молока, расширение программы «Школьное молоко») [16, 17].

В краткосрочной перспективе, по мнению экспертов, произойдет формирование стабилизации и начнется период трансформации по следующим причинам:

- доходы населения в конце 2018 г. возросли, что привело к оживлению в потреблении молочной продукции;
- введение мер по сокращению импорта сухого молока из Республики Беларусь уменьшило его запасы, что дало импульс для роста внутреннего производства;
- рост производства молока продолжится благодаря вводу в эксплуатацию инвестиционных проектов и увеличению продуктивности животных [10].

В среднесрочной перспективе ожидается трансформация, присущая зрелому рынку:

- усиление конкуренции (за счет производителей из Республики Беларусь) на фоне невысокой динамики рынка и исчерпания резерва импортозамещения;
- консолидация рынка, которую проведут наиболее крупные и успешные игроки в производстве и переработке;
- возрастание роли эффективности управления и внедрения инноваций.

При этом существует риск отмены эмбарго, которая вновь сделает Россию частью мирового молочного рынка и усилит серьезную конкуренцию внутри страны [10, 11].

В долгосрочной перспективе сохраняются высокий потенциал роста и инвестиционная привлекательность молочной отрасли по следующим причинам:

- с ростом доходов населения ожидаются увеличение потребления и наращивание производства молочной продукции (уровень потребления в России почти в 2 раза ниже европейского и нормы, рекомендованной Минздравом России);

- «слабый» рубль оказывает положительное влияние на конкурентоспособность продукции на внутреннем рынке и экспорт;

- в новой редакции Госпрограммы сохранены все механизмы поддержки отрасли, включая субсидию на 1 л молока и компенсацию прямых понесенных затрат на строительство молочных комплексов, что дает существенный стимул к дальнейшему наращиванию производства сырья [4];

- производство молока-сырья в России имеет значительный запас повышения эффективности как в части себестоимости, так и повышении качества молока и объемов его производства;

- в ближайшие годы из себестоимости молока-сырья начнет уходить инвестиционная составляющая и крупные производители станут существенно более конкурентоспособны и по отношению к продукции из Белоруссии, и на мировом рынке;

- на мировом рынке Россия имеет возможность занять существенную долю, так как глобальное потребление молочной продукции постоянно растет, а возможности наращивания производства молока у многих стран с развитым молочным скотоводством существенно ограничены [10, 18].

Индикатором большого потенциала отрасли служит приход в Россию в последние годы целого ряда новых крупных международных игроков – «Olam», «DMK», «Savencia», «Fonterra», «TH Milk», «CP Group». Кроме того, в молочный сектор вошло сразу несколько крупных российских агрохолдингов – «ЭФКО», «Русарго» и др. Действующие участники рынка – «Danone», «Valio», «Aria Foods», «Hochland», «Lactalis» видят перспективы российского рынка и наращивают свое присутствие на нем [8].

В молочном скотоводстве имеются внутренние резервы по повышению молочной продуктивности, которые при действующих меха-

низмах государственной поддержки позволят дополнительно произвести 5 млн т молока:

- дальнейшая модернизация предприятий (в настоящий момент модернизированы и соответствуют современным стандартам 40-50% предприятий-производителей и 60-70% – переработчиков);
- более полная реализация генетического потенциала скота (по мнению экспертов, генетический потенциал животных большинства пород в настоящее время не раскрыт);
- создание прочной кормовой базы, обеспечение сбалансированности кормовых рационов;
- использование современных технологий содержания животных, позволяющих создать для них более комфортные условия [3, 5, 13, 19].

В майском Указе Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» перед АПК поставлена задача по увеличению экспорта сельхозпродукции более чем в 2 раза – до 45 млрд долл. США к 2024 г. Основная надежда Правительства Российской Федерации – на мясную и молочную отрасли. В разработанной стратегии Минсельхоза России «Экспорт продукции АПК» эти направления объединены в одну категорию. Экспортные продажи по категории должны вырасти в 4,4 раза и достичь 2,8 млрд долл. США [20, 21].

До 2014 г. объем импорта продукции отрасли составлял 35%. Низкая доходность и долгие сроки окупаемости не стимулировали инвестирование в отрасль и наращивание в ней объемов производства. После введения эмбарго с рынка ушел ряд поставщиков из зарубежных стран [8]. Заметное сокращение объемов импорта молочной продукции в 2018 г. связано прежде всего с введением временных ограничений на поставки отдельных видов молочной продукции с ряда предприятий Республики Беларусь – ключевого внешнего поставщика молочной продукции (уменьшение – 10-15%), а также сокращением внешних поставок из стран дальнего зарубежья на фоне высокого уровня запасов и снижения привлекательности импорта продукции из-за девальвации рубля. Рост физических объемов импорта отмечен в 2018 г. только в категориях «Сыры» (+21%) и «Мороженое» (+21%) [3, 11].

В настоящее время основной экспортный потенциал АПК России заключается в сырьевых товарах, главным образом в зерне. Целевая динамика экспорта молочной продукции, по данным Минсельхоза России, предполагает рост до 1,8 млн т (в пересчете на сырое молоко) к 2024 г. Эксперты делают ставки на рынки Китая, где российские товары уже ассоциируются с экологически чистыми продуктами, а также Африки и Ближнего Востока [10].

Экспорт молочной продукции развивается и достиг отметки в 300 млн долл. США, или 700 тыс. т в переводе на молоко, что сопоставимо с экспортом мясной продукции и составляет около 3% общего объема производимого товара. Большая часть экспортных объемов приходится на страны СНГ – около 90%. Основным спросом пользуются мороженое, сыры, творог и сухое молоко. В ближайшее время на этих рынках ожидается серьезная конкуренция со стороны Белоруссии, которая только за 2017 г. смогла в 3 раза увеличить поставки – с 62 до 165 млн долл. США [18].

На экспертных дискуссиях активно обсуждаются инструменты продвижения российских продуктов с географической идентификацией. Многие участники отрасли уверены, что потенциал таких продуктов, как адыгейский сыр и вологодское масло, могут быть драйверами продовольственного экспорта России – «продуктами с высокой добавленной стоимостью», которые принесут значительный доход от внешнеэкономических операций [2, 3].

Одним из вариантов развития товаропроводящей цепи может стать фермерская кооперация. При существующей сложности выхода компаний на ключевые рынки именно совместная работа могла бы помочь скоординировать усилия и оптимизировать затраты. В составе кооператива производителям легче сформировать логистическую цепь и ассортиментную линейку, продвигать совместный бренд.

Представители отрасли отмечают следующие аспекты, негативно влияющие на ситуацию в молочном секторе и на молочном рынке: «серые поставки» со стороны Республики Беларусь; производство фальсификата; дешевое сухое молоко, в том числе белорусского производства; падение потребительского спроса и связанное с ним затоваривание рынка; снижение закупочных цен и недостаточная эффективность государственной поддержки, поскольку льготными креди-

тами в основном пользуются крупные аграрные предприятия. Фермерам, мелким и средним предпринимателям они недоступны, хотя именно эти категории сельхозпроизводителей являются основными драйверами развития отрасли [18].

Профильные надзорные ведомства (Роспотребнадзор, Россельхознадзор) ведут работу по повышению качества молочной продукции и борьбе с фальсификатом. По поручению Правительства Российской Федерации впервые была проведена масштабная проверка качества молочной продукции, по итогам которой надзорные ведомства разработали план совместных действий, направленных на повышение качества молочной продукции. Кроме того, планируется разработать предложения по совершенствованию нормативно-правового регулирования в области контроля качества продукции [16].

С 1 июля 2018 г. в России начала действовать обязательная электронная ветеринарная сертификация (ЭВС), призванная обеспечить отслеживание продукции животного происхождения «от фермы до прилавка». Под ее действие подпадают молоко-сырье и молочные продукты, произведенные из непастеризованного молока. Готовая молочная продукция, изготовленная из пастеризованного молока, освобождена от ЭВС и будет маркироваться кодами DataMatrix, которые содержат информацию, подтверждающую подлинность продукции, и данные по передвижению товара по цепочке до вывода из оборота на кассе. Таким образом, для молочного сектора планируется «стыковка двух систем»: сырье в производственную цепочку входит по ЭВС, а на готовую продукцию наносится маркировка [13]. Производители и переработчики активно инвестируют в современное оборудование и участвуют в разработке системы маркировки, которая позволит отслеживать путь молока «от коровы до прилавка».

## **1.2. Отечественная племенная база**

В советский период существовала четкая производственно-технологическая система комплектования товарных ферм и комплексов племенным молодняком, которая с началом рыночных отношений была нарушена, что вызвало существенное снижение использования генетического потенциала отечественных пород.

Результатом этого стало постоянное импортное скрещивание животных разных пород из-за рубежа для «прилития крови» – воспроизводительного скрещивания с целью повышения продуктивности товарных стад, что имеет определенные негативные последствия: снижение генетического разнообразия популяций из-за однотипности отбираемых животных и использование ограниченного числа производителей. Расширенное производство вынуждает производителей отдавать предпочтение популярным промышленным породам перед локальными группами скота. В условиях меняющегося климата и нестабильного геополитического мирового положения современные системы производства продукции животноводства становятся уязвимыми, а высокопродуктивные животные достаточно требовательными к условиям кормления и содержания. В этой связи возрастает значимость локальных пород, приспособленных к разведению в определенных районах и в большинстве случаев характеризующихся высокой жизнеспособностью и устойчивостью к некоторым инфекционным и инвазионным заболеваниям.

В настоящее время племенная служба в Российской Федерации функционирует на двух уровнях: государственном и производственном. Организации и ведомства, находящиеся под управлением различных органов власти и финансируемые из бюджетов всех уровней, относятся к государственным структурам. Предприятия, учредителями и конечными бенефициарами которых являются конкретные физические или юридические лица, функционирующие за счет средств хозяйственной деятельности с компенсацией из бюджета только части затрат, составляют производственный уровень в общей структуре племенной службы.

Центральным органом государственного управления в области племенного животноводства на федеральном уровне является Департамент животноводства и племенного дела Минсельхоза России, который осуществляет постоянный контроль состояния племенного животноводства страны, координирует действия всех племенных служб и хозяйств. Кроме того, Департамент призван консолидировать работу ассоциаций и других организаций по племенному делу, созданных на федеральном уровне (рис. 3) [2].

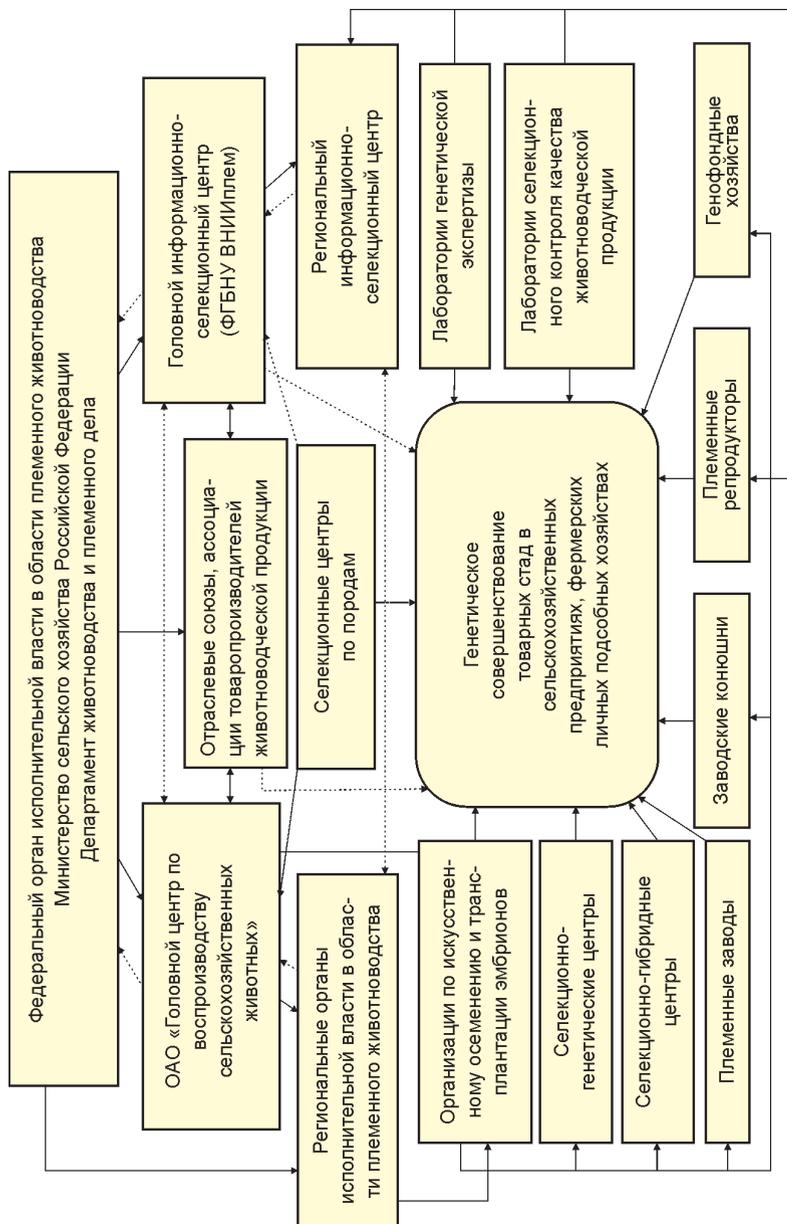


Рис. 3. Организационная структура государственного регулирования племенного животноводства в Российской Федерации

В федеральном центре и соответствующих региональных учреждениях, отвечающих за эффективное функционирование АПК, созданы специальные структуры по управлению племенной деятельностью. Однако принятый ряд бюрократических ограничений, постоянно проходящие процессы оптимизации штатной численности государственных служащих и дефицит финансирования не позволили создать в них полноценные подразделения по племенной работе с выполнением всех функций, определенных законом. В связи с этим часть полномочий была передана в ведение государственных унитарных предприятий по племенной работе, имеющих достаточное широкое представительство в регионах.

Для сохранения и развития отечественных генетических ресурсов государством принят ряд нормативных документов, в частности Федеральный закон «О племенном животноводстве». В настоящее время гражданско-правовые отношения в селекционной работе регламентируются Гражданским кодексом Российской Федерации (ГК РФ), который законодательно закрепляет права авторов, объекты интеллектуальных прав, условия охраноспособности, патенты и авторские свидетельства о государственном стимулировании создания и использования селекционных достижений. Данный нормативно-правовой документ подробно определяет интеллектуальные права на селекционные достижения и возможности распоряжения ими. Так, ГК РФ устанавливает право авторства на селекционное достижение за работником, несмотря на то, что работа выполнялась по государственной программе, хоздоговору и т.д., где автором является исполнитель, поэтому при соответствии селекционного достижения критериям охраноспособности Государственной комиссией Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений выдается патент заявителю, а авторам – авторские свидетельства. При этом порода или тип вносятся в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений, допущенных к использованию (далее – Госреестр).

За многолетнюю историю культурного скотоводства в России утверждены уникальные породы крупного рогатого скота (ярославская, холмогорская, бестужевская, красная горбатовская, суксунская, костромская, калмыцкая и якутская), некоторые – путем улучшения

за счет прилития крови зарубежных пород и последующего чисто-породного разведения полученных генотипов [2, 22]. По состоянию на 2018 г. в Госреестре зарегистрировано 28 пород молочно-мясного направления и 34 породных типа [2, 23].

Для содействия отрасли со стороны федерального бюджета и бюджетов субъектов Российской Федерации оказывается государственная поддержка племенному животноводству. За 2013-2017 гг. объем субсидий, выделенных на реализацию задач мероприятия «Поддержка племенного животноводства» из федерального бюджета, составил 18,4 млрд руб. (табл. 2).

Таблица 2

### Государственная поддержка племенного животноводства

Показатели	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2017 г. по отношению к 2013 г., %
Объем государственной поддержки из федерального бюджета, млн руб.	2698,0	3705,0	4602,0	3950,0	3421,8	126,8
Средняя ставка субсидии на содержание одной условной головы (маточное поголовье), руб.	4000,0	3694,0	4112,0	3413,0	2983,0	74,6

Источник: Минсельхоз России.

Проводимая политика по оказанию государственной поддержки отечественного племенного животноводства позволила сформировать на территории страны сеть племенных предприятий. По состоянию на 1 января 2018 г. племенное животноводство России представлено 2540 племенными стадами сельскохозяйственных животных, в том числе 16 селекционно-генетическими центрами (СГЦ) и 360 сервисными организациями, расположенными в 81 субъекте Российской Федерации [2, 24].

По данным ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» (ВНИИплем), в 2017 г. в Российской Фе-

дерации пробонитировано (индивидуально оценено с установкой продуктивных и племенных качеств животных путем оценки их по комплексу признаков: происхождению, продуктивности, экстерьеру, живой массе и качеству потомства) всего 2 806,75 тыс. голов крупного рогатого скота, из них 1 665 тыс. коров, представленных 24 породами (табл. 3).

Таблица 3

**Структура подконтрольного поголовья крупного рогатого скота  
молочных и молочно-мясных пород, % [24]**

Породы	Всего				В том числе коров			
	2010 г.	2016 г.	2017 г.	2017 г. по отношению к 2016 г.	2010 г.	2016 г.	2017 г.	2017 г. по отношению к 2016 г.
Черно-пестрая	57,92	54,19	53,57	-0,6	57,27	53,76	52,81	-1,0
Голштинская черно-пестрая	-	13,91	16,27	2,4	-	15,15	17,70	2,5
Холмогорская	8,76	7,05	6,70	-0,4	8,65	6,72	6,35	-0,4
Симментальская	9,58	7,09	6,26	-0,8	9,36	6,63	5,84	-0,8
Красно-пестрая	5,51	5,89	5,45	-0,4	5,42	5,58	5,32	-0,3
Красная степная	4,54	3,61	3,66	0,1	4,74	3,6	3,57	0
Айрширская	2,8	2,83	2,77	-0,1	3,1	3,09	3,05	0
Ярославская	2,33	1,72	1,64	-0,1	2,29	1,78	1,70	-0,1
Бурая швицкая	1,59	1,15	1,06	-0,1	1,68	1,19	1,15	0
Бестужевская	1,01	0,81	0,76	0	0,86	0,65	0,60	-0,1
Голштинская красно-пестрая	0,01	0,29	0,39	0,1	0	0,31	0,42	0,1
Костромская	0,47	0,37	0,35	0	0,48	0,38	0,37	0
Сычевская	0,58	0,36	0,30	-0,1	0,6	0,34	0,28	-0,1
Монбельярдская	-	0,25	0,28	0	-	0,31	0,30	0
Джерсейская	0,04	0,34	0,28	-0,1	0,04	0,2	0,29	0,1
Суксунская	0,06	0,08	0,07	0	0,07	0,09	0,08	0
Красная горбатовская	0,06	0,05	0,04	0	0,07	0,06	0,05	0
Горный скот Дагестана	-	0,02	0,027	0	-	0,020	0,029	0

Продолжение табл. 3

Породы	Всего				В том числе коров			
	2010 г.	2016 г.	2017 г.	2017 г. по отношению к 2016 г.	2010 г.	2016 г.	2017 г.	2017 г. по отношению к 2016 г.
Истобенская	0,02	0,02	0,025	0	0,02	0,03	0,027	0
Красная эстонская	0,08	0,03	0,022	0	0,07	0,02	0,02	0
Красная датская	-	0,01	0,021	0	-	0,009	0,027	0
Якутский скот	-	0,01	0,010	0	-	0,009	0,006	0
Шведиш Рэд	-	0,01	0,008	0	-	0,01	0,009	0
Тагильская	0,003	0,006	0,006	0	0,005	0,006	0,006	0

Доминирующее положение по численности поголовья в Российской Федерации занимает популяция скота черно-пестрой породы – 53,57%, или 1 503,6 тыс. голов. Далее следуют голштинская (16,27%, или 467,7 тыс. голов), холмогорская (6,7%, или 187,9 тыс. голов), симментальская (6,26%, или 175,7 тыс. голов), красно-пестрая (5,45%, или 153,1 тыс. голов) и др. Необходимо отметить, что за период 2016-2017 гг. наблюдался рост поголовья только в популяции голштинского скота (+2,4%), тогда как в других породах отмечаются стабилизация поголовья или некоторое сокращение численности. Аналогичная тенденция характерна и для поголовья коров [24].

Целесообразно предусмотреть субсидирование затрат на содержание племенных животных малочисленных пород крупного рогатого скота по более высокой ставке [27].

По данным отчетности, в популяциях айрширской, симментальской, сычевской и ярославской пород скота сформировано по одному внутривидовому типу животных; красно-пестрой, красной степной, холмогорской и бурой швицкой пород – по два типа; в популяции черно-пестрого скота – по семь.

Необходимым условием племенной работы является достоверность происхождения животных. Для этого в 2017 г. Минсельхозом России создана рабочая группа, разработана Концепция реализации мероприятий Дорожной карты по реализации мероприятий разви-

тия племенного животноводства и запущен ряд пилотных проектов по созданию племенной базы молочного скотоводства.

Целями пилотных проектов являются идентификация племенных животных, консолидированной базы данных по всем породам КРС молочного направления продуктивности, обеспечение селекционного контроля продуктивности и качества молока, корректного внесения генеалогии племенного животного в программы, создание племенных книг по породам.

Среди пилотных регионов можно выделить следующие: республики Татарстан, Крым, Удмуртская; Ленинградская, Свердловская, Белгородская, Липецкая, Тюменская, Калининградская, Рязанская области. Участниками мероприятий в регионах являются органы исполнительной власти, РИСЦ, ветеринарные службы, племенные и сервисные (поставщики бирок, молочные и генетические лаборатории) организации [7, 22].

Анализ данных табл. 4 свидетельствует о том, что при тестировании поголовья основных пород достоверность происхождения животных составляет в среднем 95,0%.

Таблица 4

#### Результаты иммуногенетического тестирования молочных пород [24]

Породы	Протестировано всего, головы	Проверено на до- стоверность проис- хождения, головы	Достоверность, %
Айрширская	7922	4677	96,8
Бестужевская	223	193	100,0
Бурая швицкая	32375	957	
Голштинская	20414	10773	96,1
Джерсейская	1	1	100,0
Истобенская	111	-	-
Красная горбатовская	296	104	97,1
Красная степная	2796	1903	95,7
Красно-пестрая	6502	2960	88,3
Симментальская	3282	1532	98,6
Сычевская	856	856	92,4
Холмогорская	7177	3004	95,0

Продолжение табл. 4

Породы	Протестировано всего, головы	Проверено на до- стоверность проис- хождения, головы	Достоверность, %
Черно-пестрая	81617	45579	95,7
Якутская	449	50	94,0
Ярославская	1138	1112	81,6
Итого	136114	74853	95,0

Н.Г. Букаровым и др. (1998) доказано, что ошибки в записях о происхождении оказывают отрицательное влияние на эффективность селекции, так как есть еще влияние различий в продуктивности истинных и ложных потомков, приписываемых тому или иному предку.

Наибольшее число животных протестировано в популяции черно-пестрой породы – 81617 голов, голштинской – 20414 и айрширской – 7922 головы. Наивысшие показатели достоверности происхождения отмечаются в популяциях симментальской (98,6%), красной горбатовской (97,1%) и айрширской (96,8%) пород. Наименьший процент достоверности (81,6%) отмечен в популяции ярославской породы [24].

Основным показателем эффективности молочного животноводства является уровень продуктивности коров. За 2017 г. удой комплексно оцененных коров составил 6573 кг молока с массовой долей жира и белка – 3,89 и 3,19%, соответственно (табл. 5).

Таблица 5

#### Молочная продуктивность коров основных пород в Российской Федерации [24]

Породы	2010 г.			2016 г.			2017 г.		
	удой, кг	жир, %	белок, %	удой, кг	жир, %	белок, %	удой, кг	жир, %	белок, %
Все породы	4951	3,84	3,14	6255	3,88	3,16	6573	3,89	3,19
Голштинская черно-пестрой масти	6799	3,88	3,23	8100	3,84	3,23	8567	3,86	3,23

Продолжение табл. 5

Породы	2010 г.			2016 г.			2017 г.		
	удой, кг	жир, %	белок, %	удой, кг	жир, %	белок, %	удой, кг	жир, %	белок, %
Айрширская	5359	4,06	3,26	6554	4,08	3,28	8718	4,11	3,27
Черно-пестрая	5177	3,81	3,12	6261	3,85	3,13	6486	3,86	3,16
Красно-пестрая	4816	3,88	3,14	5956	3,88	3,14	6260	3,93	3,17
Ярославская	4221	4,10	3,21	5769	4,22	3,18	5817	4,24	3,18
Холмогорская	4731	3,79	3,11	5703	3,82	3,14	5989	3,83	3,15
Джерсейская	4923	5,33	3,79	5555	5,51	3,68	5601	5,57	4,00
Костромская	4678	3,96	3,15	5549	4,07	3,20	5750	4,04	3,21
Красная горбатовская	3883	4,37	3,29	5487	4,21	3,32	5166	4,21	3,27
Красная эстонская	4063	3,90	3,10	4918	4,28	3,11	8011	4,33	3,20
Бурая швицкая	3791	3,81	3,24	4914	3,92	3,18	5209	3,96	3,28
Красная степная	4409	3,97	3,17	4748	4,00	3,22	4881	3,99	3,23
Симментальская	3791	3,84	3,13	4841	3,90	3,18	5104	3,92	3,21
Сычевская	3559	3,75	3,24	4556	3,94	3,25	4994	3,88	3,28
Сукунская	3960	3,95	3,04	4284	4,01	3,04	4446	4,05	3,07
Бестужевская	3604	3,79	3,14	3819	3,77	3,10	4057	3,82	3,18

Увеличение уровня молочной продуктивности в 2017 г. по сравнению с 2016 г. характерно для всех пород крупного рогатого скота, за исключением красной горбатовской.

Наивысший удой получен от коров голштинской породы – 8567 кг молока с массовой долей жира и белка – 3,86 и 3,23% соответственно. В 2017 г. более 6000 кг молока надоили в среднем: от коров красно-пестрой породы – 6260 кг молока с массовыми долями жира 3,93%, белка – 3,17%; черно-пестрой – 6486 кг (жир – 3,86, белок – 3,16%), а также айрширской породы – 6716 кг (жир – 4,11, белок – 3,27%).

Повышенной жирно- и белковомолочностью отличались коровы джерсейской породы – 5,57 и 4,0% соответственно при средней продуктивности 5601 кг.

Совершенствование племенных и продуктивных качеств скота молочного направления продуктивности в Российской Федерации осуществляется в племенных заводах и репродукторах. В 2017 г. в этой категории хозяйств было пробонитировано 1 660,6 тыс. голов скота, в том числе 1 012,6 тыс. коров.

Средний удой в племенных заводах составил 7878 кг молока с массовыми долями жира 3,92, белка – 3,22%. В сравнении с 2016 г. прибавка по молоку составила 382 кг при сохранении жирно- и белкомолочности.

В племенных репродукторах средняя продуктивность коров за 305 дней лактации составила в среднем 6766 кг молока с массовыми долями жира 3,92, белка – 3,20%. Рост продуктивности в сравнении с 2016 г. – 187 кг при примерно идентичных показателях жирно- и белкомолочности [24].

Отдельные животные показывают исключительную продуктивность. Рекордсмены по породам приведены в табл. 6.

Таблица 6

**Наивысшая продуктивность по породам  
и ведущие предприятия [21]**

Породы	Рекордсмен	Удой, кг / массовые доли жира / белка, %	Ведущие предприятия, средняя продуктивность в них (удой, кг / массовые доли жира / белка, %)
Черно-пестрая	Лента 3921	18651 / 3,98 / 3,16	ПЗ УОХ «Краснодарское», КГАУ Краснодарского края (11648 / 3,60 / 3,20); ООО «Дружба», Республика Мордовия (11496 / 3,95 / 3,27); СПК «Присухонское», Вологодская область (10829 / 3,51 / 3,25)
Симментальская	Корова № 801441889	12324 / 4,41 / 3,33	ЗАО «Славянское», Орловская область (9581 / 3,87 / 3,27); ООО «Сапфир-Агра», Курская область (7910 / 3,60 / 3,20); ОАО «Тайнинское», Красноярский край (7317 / 4,05 / 3,02)

Продолжение табл. 6

Породы	Рекордсмен	Удой, кг / массовые доли жира / белка, %	Ведущие предприятия, средняя продуктивность в них (удой, кг / массовые доли жира / белка, %)
Холмогорская	Омега 296	13985 / 3,60 / 3,08	ООО «Пежма», Архангельская область (9890 / 3,70 / 3,11); АО «АФ «Вельская»», Архангельская область (9493 / 4,01 / 3,26); СПК ОЛ ПЗ «Красный Октябрь», Кировская область (8259 / 3,93 / 3,18)
Краснопестрая	Корова № 4504	15058 / 3,77 / 3,20	ООО «Исток», Республика Мордовия (10977 / 3,74 / 3,18); ООО «Агросоюз», Республика Мордовия (9174 / 3,80 / 3,26); ООО «Ермоловское», Воронежская область (8243 / 3,46 / 3,21)
Красная степная	Плиска 9408	12867	ЗАО КСП «Хуторок», Краснодарский край (8903 / 3,60 / 3,20); СПК (колхоз) «Каркинитский», Республика Крым (8180 / 3,80 / 3,20); ЗАО «Богодуховское», Омская область (7546 / 3,75 / 3,30)
Айрширская	Верница 3586	13883 / 4,52 / 3,41	СПК «Будогощ», Ленинградская область (8260 / 3,91 / 3,13); ЗАО «АФ Среднеивкино», Кировская область (8033 / 4,00 / 3,45); ОАО «ПХ «Ильинское»», Республика Карелия (8281 / 3,97 / 3,25)
Ярославская	Корова № 1971	13719 / 4,25 / 3,02	АО «Ярославский Бройлер», Ярославская область (7716 / 3,94 / 3,39); ЗАО «Гарское», Ивановская область (7703 / 3,90 / 3,20); ФГУП «Григорьевское», Ярославская область (7057 / 4,20 / 3,20)
Голштинская	Амнистия 2013236	20746 / 3,82 / 3,23	АО «ПЗ «Гомонтово»» (12903 / 3,74 / 3,29) и ЗАО «ПЗ «Рабицыцы»», Ленинградская область (12504 / 3,68 / 3,21); ПАО «Родина», Краснодарский край (12317 / 3,50 / 3,15)

Согласно табл. 6 можно констатировать: все молочные породы Российской Федерации имеют существенный генетический потенциал молочной продуктивности. Дальнейшее его увеличение и реализация будут являться первостепенной задачей, для чего в ближайшей перспективе необходимо активизировать работу по идентификации животных, оценке не только продуктивных качеств, но и экстерьерных характеристик, а также показателей воспроизводства и продуктивного долголетия.

Основной задачей племенных хозяйств является реализация племенного молодняка. В табл. 7 представлена динамика реализации племенного молодняка основных пород крупного рогатого скота.

Таблица 7

**Реализация племенного молодняка основных молочных пород  
в расчете на 100 голов [24]**

Породы	2010 г.	2016 г.	2017 г.
Все породы	6,7	6,94	6,49
Черно-пестрая	6,39	7,04	6,39
Голштинская черно-пестрой масти	3,67	5,32	5,40
Красно-пестрая	6,99	6,96	7,43
Холмогорская	5,28	7,27	5,86
Симментальская	10,37	8,31	10,18
Красная степная	7,69	7,83	7,34
Айрширская	6,9	7,28	7,44
Ярославская	5,42	5,44	4,92
Буряя швицкая	15,07	11,67	7,18
Сычевская	9,33	11,46	8,90
Бестужевская	7,67	12,27	8,68
Костромская	8,65	5,69	7,57

В 2017 г. всеми племенными хозяйствами реализовано в среднем 6,49 голов молодняка в расчете на 100 коров, что ниже аналогичного показателя 2016 г. За отчетный период требования по реализации племенного молодняка выполнены только племенными хозяйствами по разведению симментальской породы крупного рогатого скота.

Наименьшее количество племенного молодняка реализовано из хозяйств по разведению ярославской породы – 4,92 голов, голштинской черно-пестрой – 5,40 и холмогорской породы – 5,86 голов [10, 24].

Характерной особенностью современного этапа развития породообразовательного процесса является консолидация вновь созданных и улучшенных генотипов наряду с оценкой племенной ценности (ПЦ) пород и типов, использованием лучших из них в производстве. Однако систематический завоз большого количества племенного молодняка (табл. 8) и племенного материала в товарные хозяйства без отлаженной системы отбора лучших животных и закрепления на месте результатов высокой продуктивности не обеспечивает повышения или поддержания продуктивности на должном уровне.

Таблица 8

**Объем импорта племенной продукции [2]**

Показатели	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Племенной крупный рогатый скот молочного направления продуктивности, тыс. голов	29,8	55,0	55,9	39,2	38,9	30,1	32,8	62,8
Спермопродукция быков-производителей, тыс. доз	447,7	880,2	635,0	953,0	1350,0	330,0	-*	-
Эмбрионы крупного рогатого скота, шт.	164	392	1000	505	-	-	-	-

Источники: ФТС России и Минсельхоз России.

\*Точные данные отсутствуют.

Как правило, зарубежные селекционные компании редко продают свои лучшие генетические ресурсы или включают в условия контракта ограничения на их использование, что существенно снижает возможность проведения импортонезависимой селекции и не способствует интенсивной селекции.

В этой связи необходимость вложения серьезных финансовых средств, высокая конкуренция на мировом рынке генетических ресурсов и малая доступность иностранного племенного материала для скотоводства создают преграду для развития отечественной племенной базы. Сосредоточение селекционно-племенной работы в России на импортных генетических ресурсах существенно сокращает отечественный генофонд, лишает отрасль возможностей дальнейшего селекционного преобразования и получения высокоценного поголовья животных, адаптированного к местным условиям хозяйствования [25-27].

За последнее десятилетие более чем в 2 раза сократилось бонитируемое поголовье таких отечественных пород, как бестужевская, истобенская, костромская, красная горбатовская, красная степная, симментальская, сычевская, тагильская, швицкая, ярославская. Значительно сократилось поголовье айрширского, холмогорского, черно-пестрого, а также голштинского скота красно-пестрой масти. Это происходит на фоне роста поголовья более чем в 6 раз голштинской породы черно-пестрой масти, что не перекрывает сокращения прочих пород. В целом бонитируемое поголовье молочного скота снизилось по всем породам практически на 1/3 [28].

Последователи голштинизации приводят в качестве аргумента такой показатель, как удой на одну корову за 305 дней лактации. Действительно, средняя продуктивность голштинской породы в России за 2017 г., по результатам бонитировки, составила 8567 кг молока с содержанием жира 3,86 и белка 3,23%, тогда как средняя продуктивность по всем пробонитированным коровам других пород – 6573 кг молока с содержанием жира 3,89 и белка 3,19%. Это, с одной стороны, приводит к постепенной замене «низкопродуктивного» скота «высокопродуктивным», в результате чего для получения 100 т молока требуется меньшее поголовье коров. Однако при этом в целом по Российской Федерации снижаются и поголовье, и срок продуктивного использования коров. Возраст выбытия коров в отелах в 2005 г. составлял 3,94 отела, в 2016 г. – уже 3,44 в среднем по всем породам, при этом возраст выбытия для голштинской породы черно-пестрой масти составил 2,67 отела. Для ремонта стада голштинской породы при таком сроке использования необходимо ежегодно вводить 37,5% первотелок. При среднем выходе телят 76,4 на 100 коров

голштинской породы в 2016 г. при соотношении полов получаемых телят 1:1 и их 90%-ной сохранности до ввода в стадо получается, что за счет саморемонта будет введено только 34,4% первотелок. Этого недостаточно даже для простого воспроизводства стада, не говоря уже о продаже племенного скота, хотя именно эта функция и является основной для племенных репродукторов и заводов.

Хозяйства вынуждены вводить в стадо весь молодняк независимо от его качества, а также приобретать скот со стороны, что ведет к невыполнению основополагающего принципа племенной работы – жесткого отбора животных на племя. Более того, хозяйства попадают в зависимость от импорта скота, качество которого также вызывает вопросы. Недопустимой является ситуация, при которой весь поступающий из-за границы скот автоматически считается племенным только по факту рождения не в России [2, 28].

Голштинизация отечественных молочных пород ведет к утрате их генетической специфичности. Возникла проблема сохранения и использования генофонда малочисленных отечественных пород крупного рогатого скота для современного и будущего животноводства страны.

При равных условиях содержания и кормления можно предположить, что продуктивность отечественных пород приблизится к показателям голштинской породы.

Завоз племенного молодняка из лучших племенных хозяйств нашей страны может обеспечивать значительный рост продуктивности по стаду, но проведению этого мероприятия должен предшествовать тщательный анализ качественного состава поголовья по стаду поставщика в целом и предкам приобретаемого поголовья. При среднем удое 4500-5000 кг молока затраты окупятся через 4,0-4,5 лактации.

В нашей стране еще сохраняются уникальные отечественные породы. На северо-западе была районирована холмогорская порода, отличающаяся высоким качеством производимого молока, наиболее пригодного для производства сливочного масла и сливок. В ряде хозяйств Ярославской области проведена интенсивная селекционно-племенная работа по совершенствованию ярославской породы, молоко которой считается наилучшим сырьем для сыроделия. В Поволжье выведена красно-пестрая порода, сочетающая в себе наиболь-

шую молочную продуктивность и высокое качество производимого молока [29].

Разводимая более 120 лет бурая швицкая порода имеет три внутрипородных типа: молочный, молочно-мясной и мясо-молочный. По генеалогическим связям смоленская популяция швицкого скота происходит от импортного – из Германии, Швейцарии, Австрии, США и Канады, пока не имеет прилития голштинской крови и, по мнению многих специалистов, является хорошей альтернативой голштинскому скоту. Коровы сычевской породы характеризуются крепкой и плотной конституцией, гармоничным телосложением, равномерно развитым выменем чашеобразной формы и имеют отличительную особенность – хорошую сочетаемость признаков молочной и мясной продуктивности.

Анализ производственных показателей Смоленской области в разрезе пород показал, что за пятилетний период использования сычевской и бурой швицкой пород ремонт стада составил 107 и 108% соответственно, племенная продажа – 10% от маточного поголовья в среднем за год, а по голштинской породе ремонт стада за пять лет составил 154% за счет собственного молодняка и 29% за счет приобретенного. Суммарные показатели ремонта стада за пять лет – 183%. При этом анализируемые животные сычевской и швицкой пород содержались не в самых лучших, а порой и в экстремальных условиях в отличие от животных голштинской породы, которые в основном находились в современных крупных комплексах [27]. Возможно, необходимо переместить акцент на более адаптированные к локальным условиям породы.

Генетический потенциал красной степной породы, обладающей высокой молочностью и прекрасно адаптированной к непростым климатическим условиям, по мнению специалистов, до сих пор не раскрыт в полном объеме ни в Республике Казахстан, ни в России [30].

Сравнение голштинской породы, лидирующей по удою молока, с большинством ранее разводимых у нас отечественных пород не совсем корректно: в настоящее время поголовье отечественных пород либо малочисленно, либо имеет невысокую продуктивность, либо поглощено (более 75% кровности) другими зарубежными породами (голштинами, а также швицкой, джерсейской, айрширской и др.).

К тому же отечественные породы находятся в процессе совершенствования.

Необходимы мероприятия по сохранению отечественного генофонда, предшествовать которым должна их инвентаризация на предмет определения чистопородности и процента кровности. Изменение понятия генофондного хозяйства как занимающегося развитием отечественных пород и выполнением государственного задания по обеспечению продовольственной безопасности страны позволит изменить статус этих работ.

В хозяйствах с высокой культурой животноводства окупаемость затрат на приобретение импортных животных при уровне продуктивности 7000-8000 кг молока достигается через 3,5-4 года их эксплуатации, а фактический срок использования редко превышает три лактации [31]. Следовательно, для отдельно взятого хозяйства приобретение нетелей из-за рубежа только для производства молока экономически неоправданно.

Для экономического анализа эффективности использования пород в Смоленской области были собраны данные и проанализированы производственные показатели себестоимости продукции животноводства (табл. 9).

Таблица 9

**Себестоимость и цена реализации молочной продукции [27], руб.**

Показатели	Среднее	Сычевская	Бурая швицакая	Голштинская
Затраты на содержание одной коровы	105805	78284	89485	144737
Себестоимость: одной нетели производства 1 л молока	93008 18-77	85538 18-95	85776 18-66	110020 22-00
Цена реализации: одной нетели 1 л молока (средняя)	95140	90506	88987	115789
	23,77			

При средней цене реализации 1 л молока 23,77 руб. в регионе затраты на содержание голштинской породы на 36,8% выше средних, себестоимость одной нетели – на 18,3% [27].

Многочисленные исследования, по экономической оценке пород, проведенные учеными ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, также показывают, что в современных условиях ведения отрасли животные отечественных пород не уступают по продуктивности голштинскому и черно-пестрому скоту. Критерием эффективности, характеризующим породу, принято считать сумму полученного молочного жира и белка в расчете на один день жизни животного. По пробонитированному в 2016 г. поголовью коров лидирующее положение по этому показателю заняли голштинская, айрширская, костромская, черно-пестрая, ярославская и холмогорская породы (табл. 10).

Таблица 10

**Оценка конкурентных преимуществ молочных пород скота [32]**

Порода	Выход телят, %	Возраст выбытия коров, отелов, лет	Пожизненный надой, тыс. кг	Выход молочного жира и белка на день жизни, г	Количество телок для племпродажи на одну корову, головы
Черно-пестрая	81,7	3,49	19,8	707	0,57
Голштинская черно-пестрая	76,4	2,67	18,6	835	0,2
Холмогорская	84,4	4,21	22,2	694	0,89
Симментальская	85	4,06	17,9	573	0,83
Красно-пестрая	85,2	3,42	17,4	650	0,54
Красная степная	84,3	3,49	14,4	533	0,57
Айрширская	78,2	3,43	21,2	798	0,54
Ярославская	83,6	3,80	19,6	699	0,71
Бурая швицкая	79,2	3,74	17,6	581	0,68
Бестужевская	91,6	4,62	15,3	447	1,08
Костромская	81,3	4,57	24,8	719	1,06
Сычевская	89,6	4,11	16,1	516	0,85

Сопоставление возраста выбытия коров с количеством отелов и суммарными надоями за время продуктивной жизни предполагает, что породы с более длительной продуктивной жизнью дают больше молока и приплода, требуют меньше средств из расчета на год жизни и по затратам на воспроизводство стада. Наука и практика свиде-

тельствуют о более высокой эффективности ведения отрасли с увеличением продуктивного долголетия (см. табл. 10) [33].

Породные особенности по продолжительности использования коров проявляются также в получении большего потомства от ценных в племенном отношении животных. Такие породы, как бестужевская и костромская имеют самые высокие воспроизводительную функцию и жизнеспособность. Вполне конкурентные показатели также у холмогорской, сычевской, симментальской и ярославской пород. У пород с более высокой жизнеспособностью ежегодный процент ремонта стада уменьшается, что также является положительным фактором, так как появляется возможность не только для более интенсивного расширенного воспроизводства, но и наращивания объемов племенной продажи нетелей.

Основное условие ведения расширенного воспроизводства – достаточное количество получаемых телочек за период продуктивного использования коров. Сокращение интервала между поколениями коров, которое по большей части складывается из возраста первого отела и длительности межотельных периодов, снижает себестоимость выращивания телок, повышает интенсивность селекции.

В племенном молочном скотоводстве доля отечественных нетелей на внутреннем рынке по итогам 2017 г. составила 68,2% (табл. 11).

Таблица 11

**Зависимость отечественного скотоводства  
от импорта племенных животных**

Показатели	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Реализовано СХО племенного молодняка КРС молочного направления продуктивности, тыс. голов	78,7	88,0	99,4	78,0	80,7	75,0	71,0	81,1
Импортировано КРС молочного направления продуктивности, тыс. голов	29,8	55,0	55,9	39,2	38,9	30,1	32,8	62,8
Доля импортных племенных животных, %	27,5	38,5	36,0	33,4	32,5	28,6	31,6	43,6

Источники: ФТС России и Минсельхоз России.

Главными причинами недостаточного предложения нетелей отечественной селекции являются снижение срока продуктивного использования коров, их воспроизводительных способностей и сверхнормативное выбытие нарождающегося молодняка на фоне отсутствия оплаченного спроса на скот отечественной селекции.

Высокие затраты на выращивание племенных нетелей окупаются при цене реализации не менее 255 руб. за 1 кг живой массы. В 2016 г. из 365,9 тыс. нетелей племенными хозяйствами реализовано только 16,9% (61,9 тыс. голов, в том числе экспортирована 1 тыс. голов). Этого недостаточно для интенсификации расширенного воспроизводства в молочном скотоводстве и ускоренного развития племенной базы, поэтому в страну было завезено дополнительно 28,4 тыс. племенных нетелей (табл. 12).

Таблица 12

**Динамика импортно-экспортных операций  
на внутреннем рынке крупного рогатого скота [34]**

Показатели	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Импорт, тыс. голов:				
крупного рогатого скота живого (ТН ВЭД 0102)	74,6	93,8	62,9	55,0
чистопородного племенного домашнего крупного рогатого скота (ТН ВЭД 010221)	42,0	33,1	30,4	52,7
чистопородных племенных животных – нетелей (ТН ВЭД 01022110)	39,3	29,7	28,4	48,8
Цена импортных контрактов за 1 кг живой массы нетели, руб.	255,33	315,41	295,00	261,70
Средняя масса импортируемых нетелей, кг	506	508	502	510
Экспорт, тыс. голов:				
крупного рогатого скота живого (ТН ВЭД 0102)	28,0	26,6	11,4	13,1
чистопородного племенного домашнего крупного рогатого скота (ТН ВЭД 010221)	1,6	1,4	1,9	1,9
чистопородных племенных животных – нетелей (ТН ВЭД 01022110)	0,5	0,9	1,0	1,8
Цена экспортных контрактов за 1 кг живой массы нетели, руб.	268,09	240,74	251,51	259,15
Средняя масса экспортируемых нетелей, кг	409	411	418	384

Экспорт сельскохозяйственных животных носит малочисленный и преимущественно локальный характер и, как правило, ориентирован на сопредельные государства. Племенное скотоводство России на глобальном рынке занимает незначительную долю [27, 32].

На фоне неразвитого внутреннего предложения покупателям импортного племенного скота государство предоставляет существенные преференции в виде отмены импортного тарифа. Приобретение животных по импортным контрактам на условиях поставки «DAP Инкотермс 2010» делает покупку крупных партий скота за рубежом более выгодной. С 2017 г. при покупке импортного племенного скота установлена нулевая ставка по налогу на добавленную стоимость, что снизило общую стоимость примерно на 10%. Импорт нетелей молочных пород за год увеличился на 71,8% и составил 48,8 тыс. голов. Если в предыдущие годы доля чистопородного племенного крупного рогатого скота в общем импорте составляла 35-50%, то в 2017 г. она поднялась до 96%. За один год иностранные производители чистопородного племенного крупного рогатого скота увеличили свои доходы на 78,8% за счет экспорта продукции в Россию на сумму 118,9 млн долл. США [33, 35].

В 2017 г. импорт племенного крупного рогатого скота обеспечивался в основном за счет поставок из Нидерландов, Германии, Дании и Венгрии, на долю которых приходилось 36,8; 34,9; 14,1 и 10,5% соответственно. Средняя стоимость одной головы составила 133,9 тыс. руб., что свидетельствует о достаточно небольшой цене приобретаемых племенных животных и их невыдающейся ПЦ. Девальвация рубля и последующее удорожание племенных животных заставляют приобретать все более дешевый скот, что зачастую приводит к снижению уровня его продуктивности, низкому уровню адаптации и устойчивости к различным болезням. Такие животные, как правило, чаще имеют проблемы с воспроизводством, что не позволяет предприятиям обеспечить собственную репродукцию и ремонт стада.

Практически в 2 раза вырос импорт спермопродукции в Российскую Федерацию, в основном из США и Канады, на которые приходится 67,5 и 25,3% от общего объема импортируемой в 2017 г. спермопродукции (табл. 13).

**Динамика импорта спермопродукции в Российскую Федерацию  
по странам и объемам**

Страны	2016 г.		2017 г.	
	стоимость, долл. США	удельный вес стра- ны, %	стоимость, долл. США	удельный вес стра- ны, %
Беларусь	11084,72	0,1	243,02	0,002
Канада	3144271,02	41,0	3878971,6	25,3
Германия	465910,26	6,1	409019,56	2,7
Дания	168354,89	2,2	111849,53	0,7
Нидерланды	271886,94	3,5	190448,48	1,2
Швеция	45363,82	0,6	-	-
Словакия	6045,94	0,1	7922,18	0,1
США	3549297,49	46,3	10333216	67,5
Бельгия	-	-	16338,62	0,1
Австрия	-	-	10803,05	0,1
Швейцария	-	-	27139,89	0,2
Чехия	-	-	22296,2	0,1
Эстония	-	-	9787,13	0,1
Финляндия	-	-	25698,96	0,2
Великобритания	-	-	261776,47	1,7
Всего	7662215,08	100	15305511	100

Источник: ФТС России.

В 2017 г. отмечен рост доли импорта спермопродукции с 46,3 до 67,5%, или с 7,7 млн до 15,6 млн долл. США в стоимостном выражении, что свидетельствует о низком вовлечении в селекционный процесс отечественного племенного материала.

Внутренний рынок эмбрионов крупного рогатого скота молочного направления сдерживается низким уровнем трансплантации эмбрионов в отрасли, что определяет существующие небольшие объемы импорта (табл. 14).

## Динамика импорта эмбрионов по странам и объемам [36]

Страны	2015 г.		2016 г.		2017 г.	
	стоимость, долл. США	доля страны, %	стоимость, долл. США	доля страны, %	стоимость, долл. США	доля страны, %
Канада	224225	64,9	194640	7,9	287520	100
США	121258,25	35,1	2249290,58	91,6	-	-
Австралия	-	-	11067,99	0,5	-	-
Всего	345483,25	100,0	2454998,57	100	287520	100,0

Это направление крайне перспективно, и на фоне непростой международной эпизоотической ситуации такой прием получения нового генетического материала может быть выходом для многих отечественных производителей. За всю практику трансплантации эмбрионов фактов переноса инфекции даже при принудительном заражении среды с эмбрионами не выявлено. К тому же в пересчете на одну голову импортировать эмбрионы в 3 раза дешевле, чем приобретать скот. Эффективность еще выше при импорте эмбрионов с заданным плодом.

Так, в период 2002-2017 гг. только через АО «Росагролизинг» в страну ввезено более 635 тыс. племенных животных на сумму свыше 30 млрд руб.

При затратах в 1 тыс. долл. на закупку двух эмбрионов женского пола за границей экономия на выращивании одного животного, в случае если оно выращено в Российской Федерации после пересадки зарубежного эмбриона, составила бы 2244 долл. при импорте скота из США (стоимость нетели в США – 3250 долл., в России – 1006 долл.) и 1244 долл. – при импорте из Европы (стоимость нетели в Европе – 2250 долл.). Себестоимость производства эмбрионов женского пола в лабораториях племенных хозяйств Российской Федерации, где уже содержат импортных доноров, будет примерно 125 долл. США [36].

На одну стельность требуется затратить два эмбриона. Стоимость нетелей отечественного происхождения (с учетом выращи-

вания) составит 1256 долл. (1006 долл. + 250 долл.). Экономия на каждой племенной нетели, полученной методом трансплантации эмбрионов и выращенной в Российской Федерации, составит примерно 2 тыс. долл. по сравнению с затратами при закупке в США и 1 тыс. долл. – при закупке в Европе.

Общая экономия при экспорте половины из 635 тыс. нетелей, завезенных из США, – 0,6 млрд долл., из Европы – 0,3 млрд долл., или примерно 52 млрд руб.

В приведенных ранее расчетах не учитываются убыток вследствие падежа зарубежных первотелок (20-40%) в течение первого года эксплуатации в новых для них условиях и инфекционные риски, которые существуют при ввозе групп нетелей, собранных по всей Европе.

В 2016 г. в Российской Федерации от 1298 доноров было осуществлено 448, или 35%, сбора эмбрионов с использованием сексированного (разделенного по полу) семени. По молочным донорам сегодня этот показатель доходит до 76%.

Несмотря на потерю эмбрионов на эмбриосборе при трансплантации сексированными эмбрионами покрываются затраты на приобретение спермопродукции за счет исключения рождения бычков [37].

При трансплантации эмбрионов есть факторы, которые необходимо учитывать. Так, потери размороженных эмбрионов достигают 12%, а свежепересаженных женского пола – 9%. В некоторых случаях замечают уменьшение процента стельности реципиентов после пересадок женских эмбрионов. Ученые объясняют это ослаблением X-гаметы, отклонениями в экспрессии ее генов, участвующих в общей клеточной функции, повышением в ооците доли незрелых митохондрий и другими факторами [36, 38].

Себестоимость эмбрионов, выращенных *in vitro* – технология выполнения экспериментов «в пробирке», т.е. вне живого организма, – 50-60 долл. США за 1 ед. С учетом приживаемости таких зародышей теленок обойдется в 150-180 долл. Например, голштинская телочка от матери с удоем 40 кг молока в сутки будет иметь себестоимость 9-10 тыс. руб., т.е. в 12 раз дешевле, чем нетель из Европы [38].

С учетом высокой потребности в племенном поголовье актуальность получения эмбрионов *in vitro* для отечественных сельхозпред-

приятий крайне высока. Так, в США в 2016 г. данное производство зародышей составило 48% всего сбора эмбрионов (240 тыс. в год), Европе – 6,1 (19 тыс.), России – 10,2% (1 тыс. в год).

Смертность телят, полученных разными способами, в период выращивания была в пределах зоотехнической нормы. После трансплантации эмбрионов с использованием сексированного семени общая доля телочек составила 92,3%, при применении не разделенного по полу семени – 49,6%.

В 2016 г. в мире было продано 14710 эмбрионов скота молочных пород, полученных *in vivo* (лат. – «в живом», т.е. проведение опытов и исследований на живом организме и тканях), в основном из США и Канады – 7118 и 5135 зародышей соответственно. Также впервые продали 5165 эмбрионов, полученных *in vitro* (вне «живого» организма), главный поставщик – США (4671 ед.).

Канадская провинция Альберта – центр нефтяного и газового бизнеса – благодаря продаже эмбрионов и спермопродукции крупного рогатого скота обеспечивает до 70% своего годового дохода.

В нашей стране эмбриотрасфер пока не получает развития. Более того, прекратили свою деятельность лаборатории в ОАО «АПХ «Алата» (Республика Башкортостан), ООО «Стивенсон-Спутник» (Воронежская область), КХ Сабина Н.И. (Удмуртская Республика), ОАО «Красный Восток-Агра» (Республика Татарстан) и в ООО «Калмыцкое по племенной работе» (Республика Калмыкия).

Если, например, в Ленинградской области, лидирующей по продуктивности дойного стада, в 2016 г. методом *in vitro* было бы произведено 3,5 тыс. эмбрионов женского пола (как в 2013 г.) и пересажены зародыши, то в 2017 г. там получили бы 1,5 тыс. племенных телок [39].

С массовым ввозом импортных животных обострилась проблема ветеринарного благополучия, а также распространения генетических аномалий, в том числе отрицательно влияющих на воспроизводство и жизнеспособность животных. По сообщениям Россельхознадзора, в партиях скота, поступающего из-за границы, выявлялись животные, положительно реагирующие на лейкоз, инфекционный ринотрахеит, вирусную диарею, а также такие заболевания, как вирус Шмалленберга и блютанг.

В последние годы особую актуальность в связи с развитием генетических исследований и переходом на геномную селекцию приобрела проблема распространения вредных летальных рецессивных мутаций практически во всех породах молочного скота и, к сожалению, с регулярной повторяемостью появления новых дефектов.

В крупнейшей базе данных мира, содержащей информацию о наследственных дефектах 186 видов животных – каталоге Online Mendelian Inheritance in Animals (OMIA) Университета Сиднея, дано фенотипическое описание 398 наследственных аномалий крупного рогатого скота, в том числе 145, обусловленных изменениями в одном локусе, из которых 79 наследственных дефектов описано на молекулярном уровне.

К наиболее часто встречаемым генетическим дефектам молочного скота, приносящим значительный экономический ущерб, относятся комплексный порок позвоночника – SVM, дефицит адгезии лейкоцитов – BLAD, дефицит уридинмонофосфат-синтетазы – DUMPS.

Причиной **комплексного порока позвоночника (SVM)** – наследственной аномалии – является точечная G/T мутация. Синдром SVM сопровождается многочисленными уродствами скелета новорожденных телят: сросшиеся и деформированные позвонки, неправильное развитие позвоночных дисков, сколиоз, кифоз, расщепление позвоночника, известны случаи полного отсутствия поясничных, крестцовых и хвостовых позвонков. Как правило, уродства телят сопровождаются низкой живой массой, а также аномалиями внутренних органов. Результаты мониторинга свидетельствуют о том, что доля быков – скрытых носителей SVM на племенных предприятиях России составляет 3,7%, т.е. в среднем один из 27 производителей, используемых в системе искусственного осеменения, является скрытым носителем SVM.

Молекулярной основой **дефицита лейкоцитарной адгезии (BLAD)** является точечная мутация в кодирующей части гена CD 18, имеющая аутомно-рецессивный характер наследования. Синдром BLAD сопровождается нарастающим иммунодефицитным состоянием, при котором животное погибает от любой инфекции в ранний период онтогенеза (2-4 месяца). Носительство мутации установлено в 1992 г. Мутация быстро распространилась в голштинской породе из-

за доминирования потомков быка-производителя USA000001667366 Carlin-M Ivanhoe Bell (К.М. Белла Айвенго Бемм), 1974 г.р., а также быков-носителей – его родственников.

Установлено, что **уридинмонофосфатат-синтетаза (DUMPS)** обусловлена точечной мутацией в 405 кодоне. Эта рецессивная мутация, обнаруженная у голштинского скота, вызывает раннюю эмбриональную смерть у гомозигот, в то время как гетерозиготы фенотипически нормальны, но с более низкой (в 2 раза) активностью фермента в различных тканях. Носительство этого скрытого генетически рецессивного заболевания было выявлено у быка-производителя USA000001308101 (Skokie Sensation Ned) 1957 г.р. Аутомсомная рецессивная мутация DUMPS приводит к дефициту активности фермента уридинмонофосфат-синтетазы, который связан с воспроизводительной функцией животных и влияет на выживаемость потомства [26, 35, 40].

Одним из основных методических подходов контроля распространения мутаций, обуславливающих наследственные дефекты и постепенное их элиминирование из племенных стад, является системная организация при проведении скрининговых работ (обследований на наличие заболеваний или патологий, или предрасположенности к ним), которая позволит оценить генетическую ситуацию в каждом хозяйстве, провести подбор родительских пар для получения потомства без генетических дефектов, установить причину нарушений функций воспроизводства коров. Это поможет осуществлению идентификации генетических дефектов в течение очень короткого периода времени, определению статуса животных на носительство наследственных аномалий, получению информации о их распространении в стадах.

Сложность ситуации заключается в том, что основная часть врожденных дефектов не имеет клинического проявления в течение всей жизни животного. Кроме того, зачастую носителями наследственного дефекта являются высокопродуктивные и, как правило, широко используемые в селекционном процессе животные. В этой связи значительная роль отводится организации и проведению скрининговых работ по выявлению генетически наследуемых заболеваний.

Например, проведение ДНК-мониторинга в племенных хозяйствах Ставропольского края показало отсутствие генетических аномалий у племенных коров айрширской породы, имеющих проблемы с воспроизводством, и наличие генетических мутаций CVM, BLAD и DUMPS у коров черно-пестрой и голштинской пород с функциональными нарушениями воспроизводства и частотой встречаемости от 4,5 до 6,3% [34].

Импорт молочного скота сопровождается высокой заболеваемостью животных в период их адаптации к новым условиям. Адаптационные болезни являются причиной выбытия животных, снижения их генетического потенциала и ослабления его передачи потомкам. Выполнение правил предзакупочной подготовки, перевоза и адаптации снижает риск заболеваний животных, их выбытия и потери ПЦ [41].

В странах развитого животноводства действуют национальные программы генетического мониторинга, включающие в себя в качестве обязательного элемента генетическое обследование животных на присутствие наследственных заболеваний.

В отношении генетических аномалий, приводящих к снижению фертильности, рождению нежизнеспособного потомства или потомства с отклонениями (врожденные нарушения обмена веществ, физические уродства, нейродегенеративные заболевания и др.), в Российской Федерации отсутствует программа широкомасштабного мониторинга. По данным научных институтов (ВИЖ, СПбГАВМ), около 30% завозимого в Россию генетического материала является носителями какого-либо генетического дефекта в гетерозиготном состоянии. В отдельных стадах эта цифра может быть выше [2].

Фактически работа по выявлению носителей мутаций и их удалению из популяции проводится только в отношении быков-производителей отечественных предприятий по искусственному осеменению исключительно силами самих станций.

Анализ эффективности массового осеменения коров и телок импортной спермой показывает, что в равных условиях кормления и содержания дочери быков-производителей, подлежащие искусственному осеменению на отечественных станциях, дают одинаковые надои по всем лактациям, но при этом дольше живут, а значит, имеют более высокую племенную ценность. В связи с этим возника-

ет вопрос о целесообразности расходов на покупку импортной спермы по цене в 3-4 раза дороже отечественной. Покупать за границей генетический материал необходимо, но только такой, аналогов которого нет в России [35, 42].

Широкомасштабное использование инновационных технологий, принципов геномной селекции и методов молекулярно-генетических исследований наряду с модернизацией материально-технической базы отрасли и созданием современных СЦ позволит обеспечить устойчивое развитие отечественного животноводства и наращивание объемов производства конкурентоспособной животноводческой продукции.

Во исполнение поручений Президента Российской Федерации и Протокола заседания совета по реализации ФНТП необходимо сформировать подпрограмму «Улучшение генетического потенциала крупного рогатого скота молочных пород», которая будет нацелена на формирование полного научно-технологического цикла производства конкурентоспособного селекционного генетического материала, включая задачи по разработке и внедрению передовых технологий геномной селекции, диагностике возбудителей заболеваний и разработке ветеринарных средств защиты. В ходе выполнения формируемой подпрограммы должно быть достигнуто снижение уровня импортозависимости в АПК.

## **2. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УЛУЧШЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА МОЛОЧНЫХ ПОРОД**

### **2.1. Состояние, направление исследований и проблемы отечественной генетики**

Научными исследованиями в области молочного скотоводства широко занимаются научные, учебные учреждения, их кафедры и лаборатории.

ФГБНУ ВНИИплем проводит исследования по развитию племенной базы животноводства Российской Федерации и повышению конкурентоспособности отечественной племенной продукции. В институте действует лаборатория разведения крупного рогатого скота, на базе которой функционирует селекционный центр по разведению красно-пестрого молочного скота, осуществляющий координацию племенной работы с породой, ее совершенствование с использованием отечественного, а также мирового генофонда. Ежегодно издается бюллетень о состоянии и направлении племенной работы с породой в различных регионах России.

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных, филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», разрабатывает основы создания пород, программ селекции животных, систем кормления и др.

Федеральное государственное автономное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (ФГАНУ «ВНИМИ») проводит фундаментальные и прикладные исследования, направленные на создание новых тех-

нологий, упаковочных материалов, моющих и дезинфицирующих средств, оборудования, приборов и средств управления для молочной промышленности, а также занимается решением проблем в области микробиологии, теххимконтроля, санитарии, экологии, экономики, метрологии и сертификации.

Подготовкой кадров и научной деятельностью также занимаются учебная молочная лаборатория кафедры молочного и мясного скотоводства Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева (РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева), лаборатория селекционного контроля качества молока, созданная в 1972 г. на базе Северо-Кавказского НИИ животноводства Краснодарского научно-исследовательского ветеринарного института – обособленного структурного подразделения ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук (СибНИПТИЖ СФНЦА РАН) и др.

Лицензированная молекулярно-генетическая лаборатория «Мой ген» работает над всероссийской системой геномной оценки крупного рогатого скота по пяти основным признакам молочной продуктивности. Система геномной оценки ПЦ основана на отечественной референсной популяции (совокупность племенных животных, на основе исследования генома которых будет разрабатываться математическая система расчета геномного индекса) племенного скота и охватывает 26 регионов Российской Федерации.

Теоретической основой современной селекции животных в ее классическом варианте является представление о полигенной природе продуктивных признаков и участия в их формировании как генотипа, так и средовых факторов. С последним положением связано понятие о наследуемости как доле генотипически обусловленной изменчивости признака.

В основе племенного животноводства лежит селекция. Продуктивные качества коровы зависят от обоих родителей. В основе любой системы селекции лежит оценка способности потенциальных родителей передавать нужные качества потомству – способность, а точнее уровень генетического потенциала племенного животного

и его влияние на хозяйственно полезные признаки потомства, совокупно формирующие ПЦ животного. Оценка ПЦ позволяет управлять процессом генетического совершенствования популяции, т.е. повышать молочную или мясную продуктивность, улучшать фертильность, обеспечивать рост продуктивного долголетия, а также добиваться сокращения расходов за счет уменьшения заболеваемости и снижения вероятности врожденных дефектов.

Советскими генетиками Д.Е. Альтшулером и Н.П. Сухановым в 1936 г. была создана система отбора быков-производителей по продуктивным и другим качествам рожденных от них дочерей. Суть методики заключается в сравнительной оценке определенных качеств лактаций дочерей быков. Таким образом, для расчета «наиболее вероятной ценности быка» и присвоения ему определенной категории необходимо, чтобы, во-первых, он дал потомство, а во-вторых, чтобы рожденные от него телки достигли полового созревания и начали лактацию. Биологические особенности крупного рогатого скота позволяют сделать окончательный вывод о ПЦ быка-производителя не ранее, чем через пять-семь лет. Но, как показывает практика, только 1/10 из них будет признана «улучшателями» и использована в селекционной работе [43, 44].

Сложилось убеждение, что отечественная генетика в молочном скотоводстве неконкурентоспособна. Действительно, импортный скот превосходит российский по продуктивности и эффективности использования кормов. Исключение составляют животные ведущих хозяйств Ленинградской, Московской областей, Сибири и некоторых других регионов. Эти хозяйства, выращивающие отечественный скот (черно-пестрый голштинизированный, ярославский, швицкий-костромской и др.), уже около 50 лет занимаются селекцией с использованием лучших быков-производителей и в период перестройки не сбавили темпов генетического совершенствования. Однако племрепродукторов высокого уровня недостаточно.

Утверждения о неэффективности отечественной генетики зачастую не учитывают того, что при формировании отечественных пород изначально ставились разные задачи. Современные российские локальные породы крупного рогатого скота формировались в двух направлениях продуктивности: для получения молока и мяса, что от-

ражается на степени проявленности каждого из направлений. Большинство из них созданы путем народной селекции через отбор лучших особей с использованием вводного скрещивания с импортными породами молочного и мясного скота и дальнейшего разведения «в себе». Культурное разведение и совершенствование местных пород скота приобрели массовый характер только в 1920-1930-е годы, когда стране стало необходимо увеличивать поголовье молочного скота и обеспечивать возрастающее городское население цельномолочной продукцией. Эти породы имеют высокую степень приспособленности к местным условиям содержания и кормовой базе.

В странах развитого молочного скотоводства селекция по голштинской породе ведется около 100 лет, в племенной работе использовались животные, показавшие максимальную молочную продуктивность, что способствовало формированию более изнеженного, требовательного к условиям содержания и кормления типа животных, показывающего высокий уровень продуктивности [45].

В настоящее время поголовье локальных пород, несмотря на то, что велось их сохранение, сокращается из-за системы крупномасштабной селекции в стране, для которой местные породы стали менее пригодными в силу достаточно узкого ареала разведения, направления продуктивности и размера популяции. Также неправильно ставить вопрос о вытеснении импортной генетики отечественной: прежде чем принимать столь радикальные решения, необходимо убедиться в их экономической обоснованности [33, 35, 46].

Проблема сохранения местных пород остро стоит во многих других странах, поскольку при улучшении генетики локальных пород за счет крови более продуктивных импортных теряются ценные показатели, изначально характерные для местных животных (технологические качества молока, долголетие, сохранность молодняка). В связи с этим появилось большое количество факторов исследований, рассматривающих влияние продуктивности и качества производимой продукции на показатели жизни и здоровья животных [47].

Немаловажный сдерживающий фактор развития отечественной генетики, как и сельского хозяйства в целом, по мнению специалистов, также заключается в отсутствии научных кадров соответствующего уровня, способных представить рынку отечественную генети-

ку таким образом, чтобы на нее сформировался устойчивый спрос. В настоящее время при реализации инвестиционных проектов ставка делается на зарубежную генетику в силу скорее субъективных, чем объективных причин [45].

Ученые ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста продолжают работу по сохранению и улучшению отечественных пород. В первую очередь их интересуют ценные гены, получаемые от этих пород, например устойчивости к заболеваниям и низким температурам, высокого содержания жира (DGAT1) и белка в молоке (казеиновые и альбуминовые фракции), роста и развития (рецептор гена гормона роста), фертильности животных и др. Происхождение российских местных пород скота в мировом аспекте генетического разнообразия изучается во вторую очередь [42].

Современными направлениями и методами применения ДНК-технологий являются контроль достоверности происхождения, генетическая оценка ПЦ и др. (рис. 4).

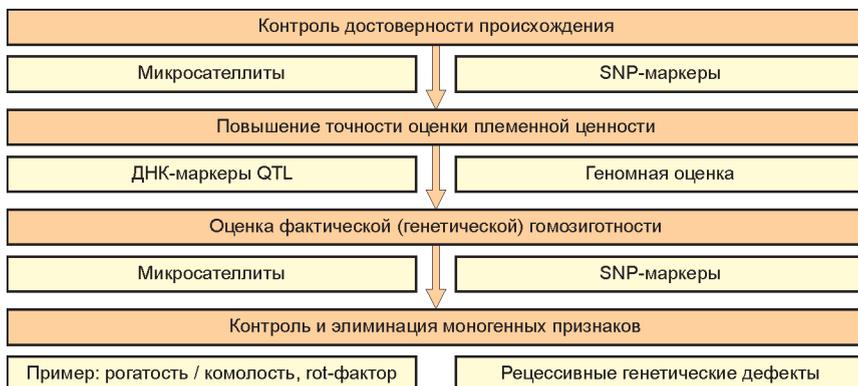


Рис. 4. Направления применения ДНК-технологий в селекции животных

В России геномная оценка не нашла широкого применения, что сказывается на эффективности: по данным Минсельхоза России, в 2013 г. поголовье в 9 млн коров дало 31 млн л молока, а, к примеру, в США в этот же период при таком же поголовье было произведено молока почти в 3 раза больше – 90,8 млн л. Причем в России проблема племенного животноводства традиционно решается с помо-

щью покупки дорогих иностранных племенных животных с геномным индексом ПЦ.

Длительной причиной отсутствия отечественной системы геномной оценки ПЦ молочного скота являлось неимение референтной популяции, на основе исследования генома которой будет разрабатываться математическая система расчета геномного индекса. Требования для включения в референтную популяцию достаточно жесткие: для каждого животного должна быть известна продуктивность не менее 10-20 потомков, собран биологический материал для исследований от каждого быка. Минимальная выборка – не менее 1000 быков, а оптимальная – для получения высокоточного предсказания на уровне 70-80% – 10-15 тыс. Но крупнейшее племенное предприятие России – ОАО «ГЦВ», обеспечивающее 70% российского рынка племенным материалом для воспроизводства и искусственного осеменения крупного рогатого скота, содержит лишь 1010 живых быков-производителей молочного направления продуктивности. Также для исследования требуются высококвалифицированные специалисты и дорогое оборудование [48].

Для решения этой проблемы запущены пилотные проекты по созданию племенной базы молочного скотоводства по генотипированию племенных животных и формированию базы данных по породам КРС в РИСЦ.

Ученые проанализировали информацию о продуктивности более 1 млн животных и разработали систему оптимизации данных о происхождении животных для построения точной матрицы родства. Это позволит управлять процессом генетического совершенствования популяции, т.е. повысить молочную или мясную продуктивность.

Генотипирование показало, что в среднем 20,37% данных по молочной продуктивности было удалено ввиду их недостоверности. Создана наиболее достоверная база данных из 44 регионов Российской Федерации [49], в основе которой находилась БД ФГБНУ ВНИИплем продуктивности дочерей всех племенных быков, живущих в племенных хозяйствах России. Совместно с научным коллективом ЗАО «Геноаналитика» были систематизированы и пересчитаны показатели продуктивности с помощью математических моделей, например методом линейного несмещенного прогноза Best

Liner Unbiased Prediction (BLUP), уточнены идентификации каждого племенного быка. Применяемые приемы для расчета BLUP полностью учитывают важные влияющие на него факторы. При поддержке Минобрнауки России для формирования первичной российской референтной популяции собрали коллекцию биологического материала племенных быков, включающую в себя образцы от более 1150 особей из 21 племпредприятия. Образцы проанализированы на микроматрицах ДНК – Illumina BovineSNP50 BeadChip, которые в состоянии подвергнуть анализу более 56 тыс. полиморфизмов генома за один раз. В мировой практике такой тип микроматрицы считается стандартом для расчета геномного индекса. После получения генотипов были проведены ассоциативные исследования трех основных признаков, используемых в селекции молочного направления продуктивности: удой, массовая доля жира и белка в молоке. Специалисты в области биоинформатики определили взаимосвязи между тысячами полиморфизмов генома *Bostaurus* и степенью проявления признака. Впервые в мире получены данные для черно-пестрой голштинизированной породы, преобладающей в молочном животноводстве России. Сейчас создается математическая модель для расчета геномных индексов на выборке животных с известными показателями продуктивности и проверки полученной системы на контрольной выборке. Сравнение реальных значений с теоретически рассчитанными на основе анализа их генома указывают на определенную точность разработанной системы расчета геномного индекса ПЦ, несмотря на ограниченное количество генотипов, имеющих в распоряжении ученых [48].

Для повышения точности разработанной системы запланировано дополнительное генотипирование образцов для увеличения референтной популяции при последующей калибровке системы [50].

Весь комплекс проделанных мероприятий стал основой разрабатываемой национальной системы геномной оценки ПЦ крупного рогатого скота по признакам молочной продуктивности.

Базисом проделанной работы стали предшествовавшие достижения ученых – геном коровы был прочитан в 2009 г. Последовательности генома у каждого представителя вида идентичны на 99,9%, и лишь 0,1% так называемых полиморфизмов генома обуславливают различия между особями. Получение полной последовательности

генетического кода генома позволило определить в нем места с высокой вероятностью вариации и сконструировать микроматрицы ДНК для генотипирования (метод полного геномного анализа) животных. Его суть в том, что рассматривается не вся последовательность генома, а лишь равномерно распределенные по нему точки, где высока вероятность замены букв относительно референтного генома так называемых снипов – Single Nucleotide Polymorphism (SNP). После определения особенностей генома проводят ассоциативные исследования – ищут взаимосвязь между его особенностями и значимыми признаками, например ПЦ. Полученные корреляции используют для создания математической системы расчета ПЦ для произвольного животного, которая дает возможность определять потенциал быка сразу после рождения.

Это сильно ускоряет генетический прогресс популяции за счет сокращения генерационного интервала – минимального времени смены поколений – с пяти-семи до двух-трех лет, причем точность геномной оценки ПЦ можно довести до 75-80%, что сопоставимо с оценкой по потомкам (70-80%) и значительно превосходит оценку по родителям (30-40%) [2, 48].

Методы геномной селекции и трансплантации эмбрионов как элементы научных исследований лабораторий НИИ находят все более широкое применение в практике не только племенных хозяйств, но и массовом производстве. Эти технологии позволяют сократить интервал между поколениями животных и повысить эффективность отбора с помощью десятков тысяч генетических маркеров. Трансплантация эмбрионов дает возможность получать от одной высокопродуктивной коровы не менее 50 эмбрионов в год и далее вести пересадку коровам-реципиентам. В результате сокращается интервал между поколениями, увеличивается интенсивность селекции, снижаются затраты на содержание животных [50].

Национальный союз производителей молока «Союзмолоко» совместно с представителями бизнеса, научного сообщества, органов государственной власти и международных экспертов создал «Программу повышения эффективности работы племенного молочного скотоводства в России», в которой предложили систему идентификации животных, разработали план мероприятий с расчетом финансовых затрат (рис. 5).

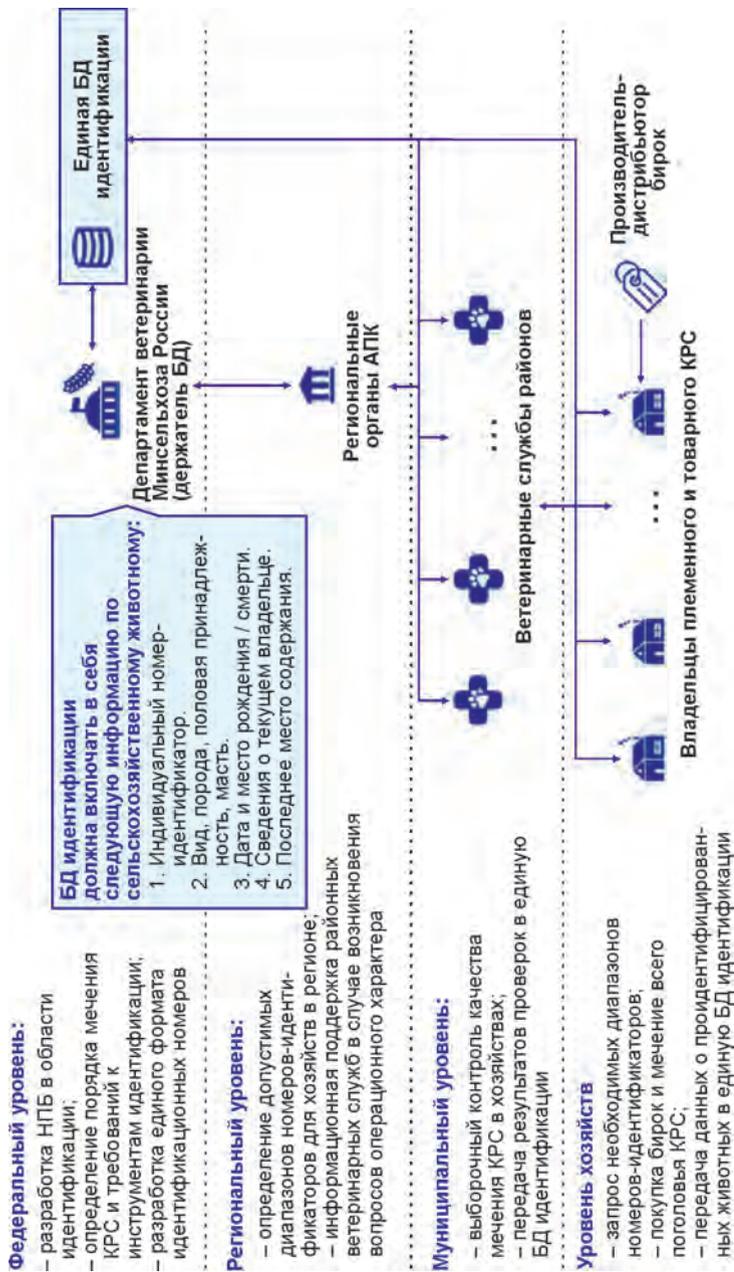


Рис. 5. Проект устройства системы идентификации КРС в Российской Федерации [51]

Программа предлагает следующую схему организации племенной работы, представленную на рис. 6.

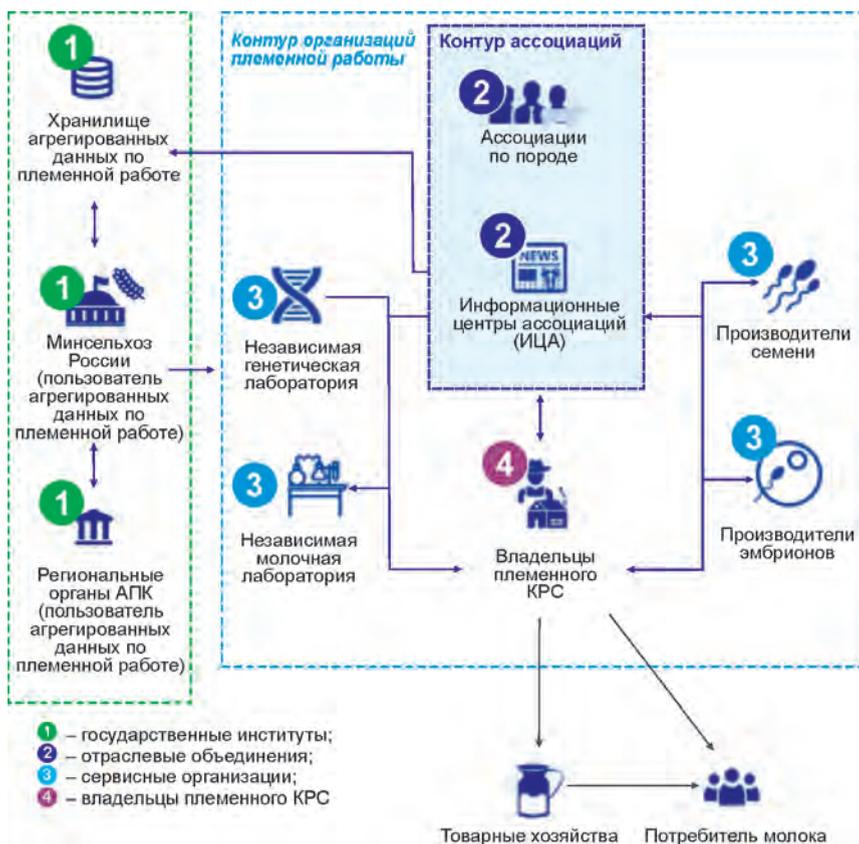


Рис. 6. Целевая схема отрасли племенного молочного скотоводства

Так, по результатам анализа зарубежного опыта организации системы племенного молочного скотоводства и текущего состояния отрасли были сформулированы три ключевых направления изменений:

1. Создание необходимой инфраструктуры и нормативной среды для формирования прозрачного и конкурентоспособного рынка отечественного племенного материала.

2. Более широкое внедрение инновационных технологий в племенном молочном скотоводстве.

3. Оптимизация направлений государственной поддержки отечественного племенного молочного скотоводства.

Эти направления требуют реализации мероприятий по созданию единой системы идентификации крупного рогатого скота, институтов ассоциаций по породе, информационных центров ассоциаций, независимых генетических и молочных лабораторий, а также развития инновационных технологий племенного молочного скотоводства.

Оптимизация направлений государственной поддержки племенного молочного скотоводства должна проводиться с учетом ключевых направлений.

Реализация предлагаемых инфраструктурных мероприятий в 2017-2020 гг. потребует дополнительного увеличения государственного финансирования по существующим статьям на 5,8 млрд руб., а также создания новых в рамках подпрограммы «Поддержка племенного дела, селекции и семеноводства». В 2021-2025 гг. преимущественно на разработку и внедрение инновационных технологий в племенном молочном животноводстве понадобится 22,6 млрд руб. Эта сумма не превышает среднегодовой уровень государственной поддержки отрасли 2017-2020 гг.

На разработку и внедрение системы идентификации в 2017-2025 гг. необходимо 11,3 млрд руб. При этом финансирование системы будет осуществляться за счет статей поддержки ветеринарных программ. К концу 2020 г. прогнозируется завершить поголовную идентификацию, что приведет к снижению расходов на обслуживание системы в 2021-2025 гг. (рис. 7) [51].

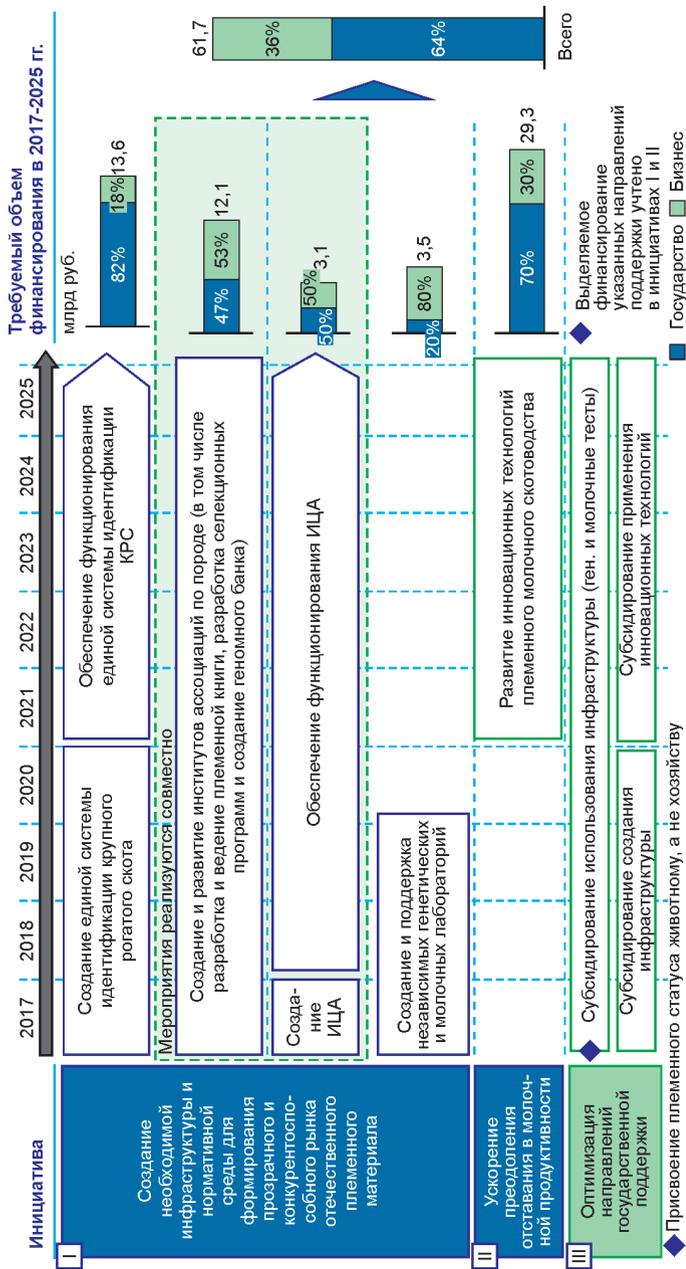


Рис. 7. Финансирование реализации основных мероприятий программы Национального союза производителей молока «Союзмолоко» в постоянных ценах [51]

В пилотном режиме система геномной селекции уже работает в Московской области. В ВИЖ им. Л.К. Эрнста совместно с ФГБНУ ВНИИГРЖ на данный момент создана референтная, или эталонная, группа для более чем 800 быков-производителей чернопестрой и голштинской пород популяций скота Московской, Ленинградской и Вологодской областей. Также ведется создание исходной популяции животных симментальской породы с целью внедрения геномной оценки ПЦ для быков в Центральном Черноземье. Идет работа над генотипированием высокопродуктивных коров и созданием референтной популяции животных, на основе которой будет проводиться последующая селекционная работа в стадах Центральной России через систему заказных спариваний родительских пар. Ее целью является создание для ведущих племенных предприятий страны инструмента научно обоснованной деятельности по воспроизводству и разведению скота собственной генерации и снижению импортозависимости по племенному материалу. Основная идея в данном контексте – формирование в среднесрочной перспективе системы национального воспроизводства элитных генетических ресурсов через систему племенной работы с регионами.

Молекулярно-генетические методы исследований позволяют применять методы ДНК-тестирования для оценки популяционных генофондов крупного рогатого скота. Селекция животных на уровне ДНК имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами [48, 52].

Использование хозяйственно полезных признаков «генов-кандидатов» в совокупности с традиционными методами подбора и отбора животных позволит повысить эффективность работы в области геномного усовершенствования КРС, тем самым проведение маркер-зависимой селекции позволит вывести селекционно-племенную работу на новый этап развития. Генетические варианты молочных белков и гормонов являются генами-маркерами молочной продуктивности и качества молока.

В качестве перспективных генов-маркеров продуктивности коров выделяют гены: CSN3 (капа-казеина), GH (гормона роста), PRL (пролактина), LGB (лактоглобулина) и др.

**Ген каппа-казеина (CSN3)** контролирует оптимальные технологические свойства молока при производстве сыра, поэтому является одним из маркеров ПЦ крупного рогатого скота. Установлена ассоциация В-аллеля гена CSN3 с более высоким содержанием белка в молоке и выходом сыра, а также с лучшими коагуляционными свойствами молока. Казеины (от лат. *caseus* – сыр) – основная фракция белка, на долю которой приходится 80% всех молочных белков, является наиболее ценным пищевым белком с полным набором незаменимых аминокислот. Казеины – источник пищевого кальция и фосфора. В селекции животноводства генетические варианты гена каппа-казеина используются в качестве потенциальных маркеров молочной продуктивности и отвечают за белкомолочность и технологические свойства молока, он – единственный белок, на который действует сычужный фермент. Ведущие ассоциации животноводов Европы предложили считать генотип ВВ каппа-казеина важным с экономической точки зрения селекционным критерием продуктивности для молочных пород крупного рогатого скота.

**Ген гормона роста (GH)** – важнейший регулятор соматического роста животных, обладающий, в том числе лактогенным и жиromобилизующим действием. Установлена связь различных полиморфных вариантов гена GH с ростом и молочной продуктивностью (удой, содержание жира и белка в молоке). Он один из первых в качестве «генов-кандидатов» использован как нетрадиционное увеличение продуктивности сельскохозяйственных животных. Во всех породах крупного рогатого скота прослеживается полиморфизм с различной частотой встречаемости генетических вариантов L и V гена bGH. Имеются сведения о влиянии двух аллелей этого гена на фенотипическое проявление признаков продуктивности, что повышает интерес к нему в качестве маркера для прогнозирования продуктивности пород молочного направления [53, 54].

**Ген пролактина (PRL)** – один из самых универсальных гормонов гипофиза. Является потенциальным генетическим маркером признаков молочной продуктивности в животноводстве. Установлена связь RsaI-генотипов гена PRL у крупного рогатого скота с параметрами молочной продуктивности. Функция пролактина – стимуляция развития молочных желез, образования и секреции моло-

ка. Отмечено благоприятное влияние аллеля G на выход молочного жира и белка, а также уровень удоя [53]. У сельскохозяйственных животных этот ген является идеальным кандидатом для анализа связи локусов количественных признаков (QTL) с показателями молочной продуктивности, а также дополнительным критерием отбора при селекции.

**Ген лактоглобулина (LGB)** – основной сывороточный белок жвачных животных. Установлена тесная взаимосвязь между технологическими свойствами и биохимическим полиморфизмом белков молока. Генетические варианты бета-лактоглобулина оказывают влияние на массовую долю жира и белка в молоке, соотношение белковых фракций и сыродельческие свойства молока [53, 55].

**Ген DGAT1** кодирует фермент, участвующий в синтезе триглицеридов. Полиморфизм этого гена оказывает влияние на содержание внутримышечного жира в мышцах животных. Ген DGAT1, содержащий QTL, маркирует продуктивные признаки племенного стада. Таким образом, ген DGAT1 может быть использован в качестве генетического маркера признаков молочной продуктивности. Аллельный вариант K ассоциирован с повышенным содержанием жира, в то время как вариант A – с высокими удоями [50].

**Гипофизарный фактор транскрипции (PIT-1)** занимает особое место в детерминации молочной продуктивности и рассматривается как третья, самая высокая, ступень в регуляции этого процесса. Доказано, что на ранних этапах эмбриогенеза он направляет дифференциацию клеток гипофиза, определяет развитие зон, ответственных за синтез соматотропина, пролактина и участвует в регуляции их экспрессии.

**Лептин (LEP)** – гормон, вырабатываемый адипоцитами – клетками жировой ткани. Играет важную роль в метаболизме, в частности в накоплении жира в организме. Лептин вовлечен в регуляцию пищевого поведения, влияет на функционирование иммунной системы, репродуктивной функции, а также рост и конституцию животных. Он интересен для селекции тем, что во многом определяет молочную продуктивность, содержание компонентов в молоке (белок, жир) и, что не менее важно, связан с продуктивным долголетием сельскохозяйственных животных [56, 57].

В России мобилизация, сохранение и использование генофонда животных с хозяйственно-ценными признаками отнесены к приоритетным направлениям развития науки и техники (постановление Правительства Российской Федерации № 577 от 30 марта 2002 г.). Учитывая, что в повышении и эффективном использовании генетического потенциала сельскохозяйственных животных важную роль играет изучение генетической обусловленности хозяйственно полезных признаков, генодиагностика была включена в перечень критических технологий Российской Федерации (постановление Правительства Российской Федерации № 578 от 30 марта 2002 г.).

Не менее важное направление, связанное с использованием генетических маркеров в животноводстве, – генетический контроль селекционного процесса [58, 59].

В последнее десятилетие появился ряд эффективных целевых инструментов для редактирования генома. Генетические изменения являются постоянными и наследуемыми, если они получены на зиготах или клетках зародышевой линии.

Один из центральных моментов селекционной работы при чистопородном разведении – обоснованный выбор животных, предназначенных для улучшения породы. Большинство существующих методов оценки учитывает, как правило, только один или небольшое число взаимосвязанных признаков. Вместе с тем племенная ценность и продуктивность животных определяются всем генотипом.

В этом случае хорошим инструментом может стать использование комплексной оценки животных через селекционные индексы, дающие обобщенную оценку животного по ряду продуктивных признаков пробанда или его предков. По каждому признаку определяется вес – доля его вклада в суммарную оценку [60, 61].

При построении индекса возможен ряд подходов. Первый заключается в том, что оценка ведется по одному признаку, но с учетом его проявления у предков и/или боковых родственников. В этом случае у значений признака у каждого родственника определяется весовой коэффициент, характеризующий генетическое сходство в зависимости от степени родства. В простейшем случае для отца и сына этот коэффициент принимают равным  $1/2$ , для деда и внука –  $1/4$  и т.д.

Во втором случае индекс может содержать в себе ряд признаков, влияющих на определенный вид продуктивности. В этом случае в качестве веса каждого признака выступают соответствующие коэффициенты множественной регрессии.

Наконец, селекционный индекс может включать в себя все виды продуктивности. При оценке быка интересна не только молочная продуктивность его дочерей, но также откормочные и мясные качества его потомков. В этом случае индекс и коэффициенты задаются в стоимостном выражении. На практике возможны различные сочетания этих подходов [62].

Известно, что точность оценки по генотипу зависит от многих факторов: числа потомков, использованных при испытании, условий кормления, содержания, сезона и т.д., генетического фона, на котором оно проводится. В результате довольно часто производители, оцененные в одних условиях как улучшатели, оказываются нейтральными или даже ухудшателями в других.

Не менее важным мероприятием в селекции является оценка быков по качеству потомства. В Российской Федерации такая оценка проводится методом дочери-сверстницы в соответствии с «Инструкцией по проверке и оценке быков молочных и молочно-мясных пород по качеству потомства», утвержденной Министерством сельского хозяйства СССР в 1975 г. Этот метод использовался ранее в зарубежных странах. Его серьезным недостатком является невозможность учета вклада в продуктивность паратипических факторов (уровень продуктивности матерей сравниваемых коров, кормления первотелок, продуктивности в стаде и др.) [63].

Для повышения точности оценки наследственных качеств быков, эффективности их отбора в хозяйствах Ленинградской области проведена оценка ПЦ голштинизированного черно-пестрого скота, в частности импортных производителей, оцененных по геному разными методами в странах происхождения.

Для анализа отобрали быков, рейтинг которых представлен на сайтах голштинских ассоциаций США и Канады. Их сравнительная оценка показала, что производители, получившие высшие баллы в Канаде по уровню превосходства по продуктивности дочерей, в несколько раз превышают показатель ПЦ по удою дочерей быков, име-

ющих более высокую оценку в США. Так как рейтинг быка в каждой стране составляется на основе национальной базы сравнения, а оценка по удою дочерей отличается, эти различия влияют на генетическую оценку животных. Кроме того, установлено, что по мере увеличения периода проверки быков по потомству результативность их геномной оценки снижается [63, 64].

Анализ ПЦ дочерей, оцененных по геному одних и тех же 18 быков американской селекции в стадах Ленинградской области и в фермерских хозяйствах США, показал, что в США они превосходили сверстниц по удою на 68 кг, а в хозяйствах Ленинградской области снизили удои на 53 кг.

При сопоставлении результатов вышеупомянутых 18 быков, оцененных по геному в США, а по качеству потомства – в США и Ленинградской области, коэффициенты корреляции между оценкой методами EBVBLUP и «Дочери-сверстницы» были по удою – 0,55, по содержанию жира в молоке – 0,74, белка – 0,72. Потери в эффективности селекции коров по удою при игнорировании метода BLUP могут достигать 45,0%. Специалисты признали необходимость внедрения в практическую селекцию молочного скота генетической оценки животных методом BLUP для повышения точности бонитировки наследственных качеств быков и эффективности их отбора [64].

Разработанная информационная система учета и контроля в племенных стадах «Селэкс» позволяет включать в процесс подбора информационные потоки по учету племенных и продуктивных качеств коров и телок, выступающих в качестве маточного поголовья для дальнейшего воспроизводства стада. Впервые разработан алгоритм подбора пар животных и создана компьютерная программа «Подбор КРС ВНИИГРЖ», позволяющая не только контролировать степень инбридинга у пробанда, но и рассчитывать прогноз продуктивности пробанда по родословной, используя данные по оценке быков трех рядов предков пробанда (О, ОМ и ОММ) по качеству потомства, геномной оценке или ПЦ по родословной, составлять три варианта подбора пар с разным уровнем прогнозируемых продуктивных качеств животных следующей генерации. Также разработаны методика раннего прогнозирования первотелок, алгоритмы расчета прибыльности коров и кровности коров айрширской породы.

Для подбора пар рассчитываются индексы ИПЦ по удою, жиру и белку для потомков от сочетания каждого из выбранных производителей с данной коровой или телкой. Далее проводится ранжирование по одному из признаков от лучшего к худшему (в зависимости от выставленных приоритетов: удои, жир, белок). Таким образом, при подборе пар первыми отбираются лучшие сочетания по определенному производителю. При этом в каждом последующем варианте для коровы или телки выбирается другой производитель [65].

Наиболее прогрессивными репродуктивными методами являются методы клеточной инженерии:

- получение женских половых гамет методом суперовуляции и последующего их вымывания;
- созревание половых гамет *in vitro* (FVH);
- оплодотворение половых гамет *in vitro* (FVF);
- определение пола у эмбрионов ранних периодов развития;
- разделение спермы выдающихся производителей по полу;
- клонирование и получение идентичных близнецов микрохирургическим разделением эмбрионов;
- замораживание и сохранение половых гамет, зигот и эмбрионов;
- пересадка эмбрионов для получения животных с нужным генотипом – методика создания идентичных (клонов) эмбрионов путем внесения ядра клетки эмбриона высококлассного животного в неоплодотворенную яйцеклетку с предварительно удаленным ядром, малоценным в племенном отношении; разделение эмбрионов на два, четыре, шесть и восемь частей.

Одноклеточные «синтетические» эмбрионы научились выращивать до 8-, 16- и даже 32-клеточной стадии в лабораторных условиях. Поэтому их можно не только имплантировать коровам или замораживать с целью хранения, но и использовать для последующего клонирования. Таким образом, можно *in vitro* получать неограниченное количество эмбрионов, исключая процедуру их взятия у высокопродуктивных животных.

Новое направление в генетике – эпигенетика, изучает наследуемые изменения экспрессии (активности) генов, а не модификации самого генетического кода.

Сейчас точно установлено, что часть изменений фенотипа возникает без изменения генотипа за счет активации/деактивации отдельных генов. В частности, геномный импринтинг является специфическим эпигенетическим механизмом, при котором гены активируются, только если они были унаследованы от определенного родителя – либо от матери, либо от отца. Описано несколько десятков импринтинговых генов крупного рогатого скота, в том числе связанных с молочной продуктивностью, здоровьем, репродуктивной функцией, смертностью молодняка. Более того, есть сообщения о том, что детерминация пола также определяется не только X- и Y-хромосомами, но и эпигенетическими механизмами [2, 64].

## **2.2. Племенное дело в мировой практике**

Для ускорения смены поколений в животноводстве и повышения эффективности селекции в настоящее время в странах с развитым скотоводством широко применяется геномный прогноз ПЦ животных. Появился даже термин «геномная селекция». Расчет ПЦ проводится на основании суммы эффектов генетических маркеров, потенциально связанных с фенотипическим выражением хозяйственно полезных признаков. Геномный подход позволяет с определенной степенью достоверности спрогнозировать, будет ли бычок «улучшателем» по удою, жирномолочности, белковомолочности и другим признакам, еще до того, как от него получают первых дочерей. Теоретически эта методика позволяет отобрать лучших среди большого количества молодых животных и оставить их для получения следующей генерации племенного скота, что позволит снизить затраты на содержание быков-производителей.

Систему геномной селекции с 2007 г. активно используют в Европе, США, Канаде и др., где все племенные животные проходят обязательный предотбор по геному, и для дорастивания и получения спермопродукции оставляют быков только с высоким геномным племенным индексом.

Развитие методов геномной оценки и технологии трансплантации эмбрионов сделало возможным существенное ускорение селекционного процесса не только по линии производителей, но по линии и ма-

точного поголовья. Использование семени молодых быков, имеющих высокую геномную оценку, уже вышло на первый план, обойдя по популярности семя быков, получивших высший балл по потомству. Теперь и у новорожденных телочек можно с высокой достоверностью определить племенную ценность и в годовалом возрасте раньше вымывать у них эмбрионы для пересадки на товарное поголовье, значительно интенсифицируя генетический прогресс всей популяции. В настоящее время эти практики активно используются [2, 58].

В качестве генетических маркеров нашли применение различные сателлитные ДНК. Их число у различных видов достигает сотен. Интерес к использованию сателлитной ДНК для маркирования хромосом связан с тем, что ее выделение и идентификация более просты в сравнении с выделением и идентификацией ДНК структурных генов, при этом для отдельных классов сателлитов характерны как их хромосомная специфичность, так и специфичность локализации на хромосоме. Последнее и, пожалуй, самое интересное свойство, позволяющее надеяться на эффективность использования сателлитных ДНК в качестве маркеров, – высокий полиморфизм этих систем. Таким образом, речь идет не о генах в обычном представлении, а группе тесно связанных аллелей разных генов, т.е. своеобразной генетической системе. Положительной чертой анонимных генетических маркеров является и то, что в силу высокого полиморфизма они могут быть использованы наряду с группами крови в системах идентификации происхождения животных.

К отрицательным свойствам маркеров относятся их анонимность (отсутствие фенотипического и генотипического проявлений) и высокая видовая специфичность. Последнее делает практически невозможным их использование при изучении филогенетических связей.

Геномное редактирование скота быстро развивается как техническая область и может стать коммерческой реальностью. Тем не менее остаются вопросы о надлежащем регулировании и потенциальном воздействии на промышленный сектор по общедоступной приемлемости продуктов геномного редактирования [49, 67].

К сожалению, у этого метода также имеются недостатки. Во-первых, прогноз ПЦ не дает 100%-ной точности, в настоящий мо-

мент точность прогноза по большинству признаков составляет 72%. Это значит, что дочери конкретного быка превзойдут дочерей других быков с вероятностью 72%. Кроме того, существует определенный риск отбраковывать быков с выдающимися генетическими характеристиками как «неперспективных». Подобные случаи нередки в мировой практике. Во-вторых, уменьшение числа молодых бычков, поставленных на проверку, приводит к повышению уровня инбридинга. С коммерциализацией методики сложилась ситуация, в которой самые высокие расчетные показатели получаются только от комбинации определенных родителей. В результате генофонд насыщается потомками нескольких быков-производителей, что приводит к еще большему росту уровня гомозиготности в последующих поколениях. Этому способствует также тиражирование выдающихся генотипов вспомогательными репродуктивными методами, в частности трансплантацией эмбрионов и клонированием. Высокий уровень гомозиготности отрицательно сказывается на фертильности и адаптивных качествах животных. Например, из порядка 5000 быков, оцениваемых ежегодно по качеству потомства, почти 50% – потомки 10 наиболее популярных [68]. В-третьих, генетические маркеры, позволяющие животному показывать высокую продуктивность в одних условиях, могут не соответствовать маркерам, работающим в других. Решением становится создание собственных наборов SNP, основанных на установленных в отечественной популяции соотношениях между фенотипом и генотипом [2, 69].

В 2009 г. в журнале «Science» Консорциум по секвенированию и анализу генома коровы опубликовал статью о результатах полного секвенирования генома *Bostaurus*. На основании данных секвенирования компания «Illumina» (США) разработала первую коммерчески доступную микроматрицу ДНК на 56 тыс. полиморфизмов данного генома. С ее помощью было проведено крупномасштабное генотипирование популяций племенных быков США и Канады. В 2011 г. к Консорциуму присоединились Италия и Великобритания. Параллельно в 2010 г. создается альтернативная ассоциация в Европе – Eurogenomics. В 2013 г. референтная популяция Eurogenomics составила 25 тыс. быков. Племенным быкам стран, входящим в консорциумы, выставляются международные индексы ПЦ [46, 57].

В Ирландии в 1998 г. была создана единая база данных для молочного и мясного скотоводства, основная задача которой – повышение прибыли фермеров путем доступа к оценкам животных для подбора родительских пар и ускорения селекции. В 2002 г. база данных была опубликована в открытом доступе и стала доступна всем специалистам отрасли.

В рамках Европейского фонда гарантирования и развития сельского хозяйства создана программа по внедрению геномных технологий в животноводство (BDGP) для достижения двух целей: улучшения эффективности разведения крупного рогатого скота и уменьшения выбросов парниковых газов. После запуска программы в 2014-2017 гг. генетическая прибыль увеличилась и достигла 25 млн евро [70].

В животноводстве развитых стран Запада успешно используются новые методы биотехнологии, которые позволяют значительно сократить генерационный интервал и вводить маточное поголовье в процесс воспроизводства значительно раньше. Кроме того, широко используется метод МОЕТ (множественная овуляция и трансплантация эмбрионов). Для его применения и быстрой достоверной оценки животных по комплексу признаков, в том числе по качеству потомства, в 1987 г. фирмой «Genus» (Великобритания) создано первое в мире ядерное стадо (Nucleus herd) численностью 250 коров, в пределах которого предусматривались использование лучшего мирового генетического материала и его распространение через трансплантацию эмбрионов с последующей оценкой полученных. Важные преимущества ядерного закрытого стада – возможность сравнительной оценки всех животных по продуктивным и экономическим критериям в идентичных условиях кормления и содержания.

В 1996 г. в Великобритании была создана компания «Cogent», имеющая ядерное стадо 1200 коров – самое крупное в мире. Использование данной технологии позволило стране за последние 15 лет войти в число лидеров по совершенствованию селекционно-племенной работы и получению производителей высшего качества, которые занимают первые места в мировых каталогах быков: Лаки, Фигаро, Принципал и др.

«Cogent» первой в мире стала использовать метод разделения спермы быков-производителей по полу в производственных условиях, который был разработан в корпорации «ХУ Incorporation» (США). Эффективность, получаемая от его использования, составляет 90% особей желательного пола.

Генетический прогресс в молочном скотоводстве ведущих стран мира обуславливается влиянием трех неразрывно связанных факторов: современных методов селекции, рационального кормления и новейших технологий доения и содержания животных.

Центром, выполняющим консультационные и рекомендательные функции для мирового генофонда молочного скота, является международная организация по оценке племенной ценности быков «Интербулл» (International Bull Evaluation Service – Interbull), которая находится в г. Упсале (Швеция). В задачи «Интербулл» входят разработка, стандартизация и гармонизация генетической оценки быков в разных странах.

Каждая развитая страна на Западе имеет центры по сбору и обработке информации для составления национальных программ, контроля их исполнения и в целом – улучшения и совершенствования генофонда популяций молочного скота. Например, в Великобритании существует Центр по сбору и обработке данных в молочном животноводстве (ADC), Германии – Союз заводчиков немецкого чернопестрого скота (VDS), Израиле – Ассоциация животноводов Израиля (ICBA), США – Ассоциация научных разработок в молочном скотоводстве (ADSA), Канаде – Канадская корпорация по учету племенных животных (CCAS).

Британский центр по сбору и обработке данных в молочном животноводстве (ADC) проводит генетическую оценку ПЦ быков и коров наиболее многочисленных пород молочного направления продуктивности: голштинской, айрширской, джерсейской, гернзейской, шортгорнской. Оценке подлежат такие признаки продуктивности, как удой, содержание жира и белка, количество соматических клеток в молоке, продолжительность продуктивного использования и тип телосложения животного. Одновременно рассчитываются два экономических индекса: PIN – дохода от продуктивности животного и PLI – пожизненного дохода [58].

Материалы по генетической оценке быков и коров в разрезе всей популяции молочного скота разных пород публикуют 4 раза в год в соответствии с рекомендациями «Интербулл» [71].

В Германии наблюдение за расчетом ИПЦ животных ведут государственные контрольные органы. Данные продуктивности учитывают независимые организации по оценке молочной продуктивности, обрабатывают их в одном компьютерном центре.

Для оценки ПЦ животных в зарубежных странах широко используют метод gBLUP. Наряду с учетом данных животного по собственной продуктивности объединяют всю информацию, касающуюся родственников, по рекомендации «Интербулл» индексы ПЦ всех животных приравнивают к генетическому базису, взятому за основу. Например, для коров, рожденных в 1990 г., он равен 0.

Каждому животному рассчитывают собственные индексы ПЦ по отдельным признакам, например по количеству надоенного молока, процентному содержанию и выходу белка и жира.

При ведении племенной работы принятие во внимание ИПЦ по молоку гарантирует быстрый и высокий прогресс селекции по белку, а следовательно, увеличение доходов. Организация централизованной системы вызвала необходимость создания общих периферийных компьютерных систем и налаживания их связи с центральным компьютером.

В 1986 г. в Израиле (на основе Белтсвилльской модели с методологией BLUP на базе 1982 г.) разработан новый метод оценки производителей для сравнения израильских и американских быков. Оценка включает в себя предсказанную передающую способность (ППС) по надоям молока, показателям жира и белка в нем. Общая база была найдена при сравнении генетического качества быков – предсказанного различия (ПР) сыновей, проверенных в Израиле, от американских производителей (чья сперма была импортирована для осеменения лучших коров) с ПР сыновей, полученных от этих же производителей, проверенных в Америке.

В Израиле ППС – показатель генетического достоинства, который может быть использован при отборе выдающихся животных для улучшения генетического достоинства всего стада или популяции по определенному признаку. ППС отображает количество мо-

лока, молочного жира или белка, а также их процентное содержание, которое оцененное животное предположительно передаст своему потомству. Все значения ППС выражаются в отклонении от фиксированной базы данных (генетического базиса), которая в настоящее время рассчитана от всех коров, рожденных в 1995 г. (Великобритания – 2001 г.), и по всем оцениваемым признакам равна 0.

ППС окончательно складывается из трех составных частей: оценки по индексу родословной, собственной продуктивности и качеству потомства и имеет тенденцию изменения для каждого животного по мере накопления информации.

Спаривание лучших коров стада, имеющих высокую ППС с производителями, с определенной уверенностью предполагает получение генетически ценных животных.

Заслуживает внимания система оценки молодых быков, существующая в Израиле. Популяция молочного скота, по данным Израильской ассоциации животноводов, насчитывает 110 тыс. голов коров голштинской породы израильской селекции. Молочная продуктивность коров за 2000 г. составила во всех стадах 11 117 кг молока с содержанием в нем жира 3,35, белка – 3,08%, в кооперативных хозяйствах (кибуцах) – 11 536 кг, 3,35 и 3,09%, на семейных фермах (мошавах) – 10324 кг, 3,34 и 3,06% соответственно.

Количество молочных коров в этой стране постоянно в течение 25 лет, около 85% молочного поголовья включено в национальную программу учета молочной продуктивности. К сведению, в США только 20% молочных коров составляют подконтрольное поголовье (по данным молочной ассоциации США).

Молочную продуктивность израильских коров ежемесячно оценивают независимые инспекторы, образцы молока для качественного анализа посылаются в центральную лабораторию. Все поголовье молочных коров в Израиле осеменяется искусственно.

В результате постоянного жесткого отбора среди проверенных быков голштинская порода в данном государстве достигла очень высокого генетического прогресса: 75 кг – ежегодный рост производства молока за последние 30 лет и 100 кг – за последние 10 лет [72, 76].

Генетическую оценку быков в США начали проводить с 1935 г. (М.А. Ваттио). В 1974 г. был введен индекс современного модифи-

цированного сравнения (СМС) в качестве усовершенствованного метода оценки животных. Министерство сельского хозяйства США 2 раза в год вычисляет генетическую ценность тех быков и коров, данные о которых были собраны в рамках программ улучшения молочного стада (УМС). С июля 1989 г. ППС коров и быков рассчитывали статистическим методом, называемым «моделью животного», при котором быков и коров оценивают одновременно с использованием компьютера [57, 71].

Официально геномная оценка голштинского скота Министерством сельского хозяйства США принята в 2009 г. С этого времени количество генотипированных животных в мире ежегодно увеличивается. Так, в Канаде за последние 10 лет число коров и телок, осемененных спермой быков, имеющих геномную оценку, увеличилось с 38% в 2007 г. до 70% в 2017 г. За счет увеличения интенсивности отбора животных, повышения достоверности генетического прогнозирования их ПЦ и сокращения интервала смены поколений ИПЦ молодых быков канадской селекции (LP) повысился с 1758 в 2006 г. до 3076 в 2016 г. [71].

В США, так же, как и в Европе, оценка ППС включает в себя пять основных признаков продуктивности: надой молока, выход жира и белка (кг), содержание жира и белка (%).

В дополнение к этим признакам оценивают телосложение (главным образом вымя, конечности, форму тела, выраженность молочного типа). Генетическая оценка быков по продолжительности продуктивной жизни дочерей (ожидаемая продолжительность жизни дочерей в стаде) и числу соматических клеток (отражают степень резистентности животных к маститу) стала возможной в США с 1994 г.

ППС по определенному признаку может быть рассчитана с определенной степенью уверенности (надежности) с использованием трех источников информации: надежности ППС родителей и других родственников; числа учетных записей (для коров); числа стад, в которых находятся дочери (для быков) [72-74]. Величина предсказанной передающей способности – средний показатель, отображающий генетическую ценность быка. Генетические достоинства и продуктивность каждой отдельной дочери быка непредсказуемы, поскольку они получают разный набор отцовских генов. Реальная генетиче-

ская ценность потомства определяется случайным образом в момент оплодотворения яйцеклетки.

Некоторые страны пересматривают генетический базис с учетом генетического прогресса, например, Канада – ежегодно, США – один раз в пять лет. Степень уверенности отражает всю информацию, использованную при оценке ППС [75].

В настоящее время в США активно используются два комплексных индекса племенной ценности – ТРІ и NM\$.

Индекс племенной ценности КРС голштинской породы (ТРІ – Total Performance Index, т.е. совокупный индекс эффективности (англ.) разработан Ассоциацией голштинской породы США.

ТРІ предназначен для комплексной оценки КРС голштинской породы с целью определения лучшего поголовья, сочетающего в себе высокую молочную продуктивность, правильный экстерьер и хорошие показатели по здоровью и фертильности (способность к воспроизводству). Это группировка племенных качеств по трем основным категориям, входящим в формулу расчета совокупного индекса с относительными долями (процентами). Молочная продуктивность является наиболее важной категорией, ее вес в индексе ТРІ в данном случае составляет 46%, в том числе: 27 – выход протеина, 16 – выход жира, 3 – конверсия корма; признаки здоровья – 28%: 13 – фертильность, 7 – продуктивное долголетие, 5 – содержание соматических клеток, 2 – легкость отела дочерей, 1 – мертворождаемость у дочерей; показатели экстерьера – 29%: 11 – композитный индекс вымени, 8 – ППС по экстерьеру и 6 – композитный индекс конечностей.

Индекс ТРІ в настоящее время является широко распространенным отраслевым стандартом, используемым и в других странах.

Голштинская ассоциация США актуализирует веса показателей, входящих в индекс ТРІ, когда необходим более точный баланс основных показателей, отражающий текущее состояние индустрии по производству молока и ее ожидания с точки зрения селекции.

Доля каждой из трех категорий, составляющих индекс (молочная продуктивность, экстерьер и здоровье), оказывают влияние на формирование итогового рейтинга племенного поголовья, акцентируя или, наоборот, снижая внимание к селекционируемым показателям.

NM\$ (индекс пожизненной прибыли, полученной от дочерей быка, – это значение генетического индекса, рассчитываемое Советом по селекции молочных пород КРС США (CDCB). Он определяет ожидаемую прибыль, которую корова принесет за всю жизнь, относительно базиса популяции. Доля признаков внутри индекса обновляется, как правило, примерно каждые пять лет, и акценты, текущее распределение которых ввели в августе 2018 г., приходятся на долевое участие признаков: продуктивности (45%), в том числе: 26,8 – выход жира, 16,9 – выход протеина, 1 – надой молока; признаки здоровья (40%): 12,1 – продуктивное долголетие, 7,3 – жизнестойкость, 6,7 – фертильность дочерей, 4 – содержание соматических клеток, 4,8 – легкость отела, 1,6 – оплодотворяемость коров, 1,4 – оплодотворяемость телок; признаки экстерьера (15%): 7,4 – композитный индекс вымени, 5,3 – композитный индекс массы тела, 2,7 – композитный индекс конечностей.

Некоторые компании разработали свои инструменты, так индекс идеальной коммерческой коровы ICC\$ (Ай-Си-Си), предложенный компанией «GENEX», – комплексный селекционный индекс для создания коровы, эффективной в условиях товарного производства молока. Фактически это индикатор прибыльности и инструмент генетического ранжирования, который использует актуальные экономические индикаторы и научно обоснованные генетические принципы для выведения коров, наиболее эффективных в условиях товарного производства молока. Он включает в себя элементы национальной оценки в США и другие источники данных, представляет выраженный в долларах итог из пяти субиндексов, специализирующихся на определенных областях управления производством: эффективности производства и здоровья, фертильности, легкости доения и отела. В 2016 г. ICC\$ обновили, включив в него три новых признака: «субклинический кетоз» (SCK), «метрит» (MTR) и «здоровье копыт» (FH) (прил. 2).

ICC\$ сочетает в себе научные методы генетические оценки, полученные из множества источников, в том числе Международного центра биотехнологий «GENEX» (ICB). Исследовательская база данных ICB включает в себя почти 4 млн коров и 26 млн записей о ветеринарных событиях. Входящие субиндексы индекса ICC\$ приведены

в прил. 3, пример геномной оценки быков голштинской породы – в прил. 4 [76].

За рубежом животное начинает считаться племенным, если данные о его оценке были официально опубликованы в соответствующих изданиях и каталогах. Например, в Великобритании данные по коровам могут быть опубликованы, если уровень надежности оценки их молочной продуктивности составляет не менее 30%, для быков минимальный уровень надежности – 50, а максимальный – 99%. В США и Канаде уровень надежной оценки быка для опубликования ее в каталоге должен составлять не менее 70%, в Германии – 60, TOP-100 – 80%.

Чем выше уровень надежности оценки признака, тем ближе к истинной ППС животного находится установленный расчетами показатель. Британскими учеными проведены расчеты изменчивости ППС с достоверностью 95% для различных уровней надежности оценки признака.

Для максимального уменьшения риска использования производителей с низким уровнем надежности британские селекционеры отдают предпочтение быкам с уровнем надежности оценки признака 90%.

Зарубежные селекционеры учитывают следующие дополнительные признаки при совершенствовании молочного скота:

- аппетит и эффективность потребления корма (признаки с высокой наследуемостью) достигаются путем группового кормления коров без ограничений;
- долголетие (продолжительность продуктивного использования коров) – включает в себя оценку качества потомства каждого производителя путем расчета отклонения от процента выбракованных дочерей. Это желательный признак при селекции молочного скота, коэффициент наследуемости – всего 8%;
- функциональный тип конституции (вымя, копыта и конечности) оценивают для характеристики телосложения животного в зависимости от его продуктивности за время жизни. Среди всех признаков телосложения характеристики вымени (особенно расположение сосков, глубина и прикрепление вымени спереди) наиболее тесно связаны с долголетием. Исследования показывают, что коровы со

средней глубиной вымени остаются в стаде дольше, чем коровы с крайними характеристиками (мелкое или глубокое).

По мнению американских ученых, признаки, оценивающие конечности и копыта, имеют гораздо меньшее влияние на продолжительность использования коров в стаде, чем продуктивность и характеристики вымени. Большинство экономических исследований в США показывает, что признакам, характеризующим молочную продуктивность животного, должно придаваться в 3-5 раз большее значение, чем остальным. Совокупный индекс вымени и конечностей составляет 17%, а продуктивного долголетия – 4%. Однако многие канадские коллеги подчеркивают важность оценки типа телосложения животных и считают этот фактор гораздо более важным, чем американцы;

- наследуемость постоянства удоев. Составляет 0,14-0,17. Отбор по этому признаку очень желателен, поэтому его включают в оценку быков-производителей. Повышение постоянства удоев более предпочтительно, чем увеличение максимальных удоев;

- легкость отелов и перинатальная смертность. Обычно для осеменения телок используют только проверенных на легкий отел быков. Проблема трудных отелов представляет большое значение для многих стран [62].

В США и Канаде, по сообщениям специалистов компаний «Американ Бридерс Сервис» (ABS) и «Вестерн Онтарио Бридерс» (WOBI), показатель легкости отелов вносят во все каталоги быков-производителей со следующими градациями: 6-9% – быки, детерминирующие легкие отелы; 11-12 – отелы средней тяжести; 16-22% – тяжелые. Трудным отелом в США считается тот, в течение которого корове было оказано родовспоможение.

Если отбор проводят более чем по одному признаку, то темп генетического прогресса меньше по сравнению с селекцией, направленной на улучшение одного показателя. Для селекционера желательно улучшить сразу несколько признаков. Однако это значительно снижает скорость генетического прогресса.

Например, если селекционные решения принимаются по двум признакам, то генетический прогресс по любому из них составит 71% от достижимого при селекции по одному признаку, а при селек-

ции по трем признакам генетический эффект составит только 58%, по четырем признакам эффективность снижается в 2 раза.

По мнению ученых Университета штата Висконсин (США), цели, остающиеся неизменными в течение многих лет, приносят лучшие результаты, поскольку селекция имеет небольшой, но накапливающийся эффект на протяжении нескольких поколений животных. Чем дольше преследуется цель, тем больший генетический прогресс достигается со временем.

К примеру, для увеличения генетической ценности коров по молочной продуктивности на 1000 кг молока в США потребовалось 20 лет (с 1965 по 1985 г.). Однако даже наиболее консервативные оценки показывают, что за следующие 20 лет генетическая ценность коров по молочной продуктивности может возрасти более чем на 6000 кг молока. Акцент в селекции сместился на признаки здоровья и фертильности.

В странах с развитым животноводством (США, Германия, Дания и др.) генетическое маркирование давно применяется в практической селекции. Различия в комплексе информации, которая учитывается при генетической оценке, методологии расчета и представлении сравнения, а также в соотношении показателей формул индексов, обуславливают разный рейтинг одних и тех же животных в разных странах. Так, бык De-Su Battlecry возглавляет топ-лист по принятому в Германии индексу ПЦ RZG +174, что определяет его лидерство в популяции немецких голштинов. В то же время в стране происхождения – США по американскому индексу ТРІ его оценка составляет +2472, а в Канаде по индексу LPI +3417 эти показатели не позволяют данному быку войти в элитную категорию США и Канады. С другой стороны, бык EDG Rubicon – лидер топ-листов в США и Канаде с показателями ТРІ +2718 и LPI +3596 соответственно в Германии получил оценку всего +159 RZG (на 15 пунктов меньше, чем первый бык) [74, 76]. Поэтому результаты национальных оценок быков по BLUP 4 раза в год направляются в «Интербулл» для использования мультипризнаковой оценки между странами (Multi Trait Across Country Evaluation – MACE).

Применяемый в развитых странах метод оценки быков подразумевает оценку не только самого быка по качеству потомства его до-

черей, но и рассчитывает племенную ценность всех мужских предков оцениваемых первотелок (включая отцов матерей и отцов отцов и т.д.). В зависимости от количества дочерей и других факторов (кормления, содержания и т.д.) достоверность оценки одних и тех же быков и их предков не будет совпадать в разных странах. Различия обусловлены разными референтными выборками используемых популяций. В США оценивается приблизительно 15 тыс. быков, 2/3 которых и их дочери находятся внутри страны, в Канаде – 24 тыс. быков (только 1/3 – в Канаде). В Германии, которая входит в Европейскую базу геномных быков, составляющую около 25 тыс. голов, учитываются быки из Германии, Франции, Голландии, Скандинавии, Испании и Польши. В Североамериканскую базу, помимо США и Канады, входят быки из Великобритании и Италии.

Кроме того, применяются разные методологии вычисления. После генотипирования – вычисления прямой геномной оценки (DGV) каждой особи – необходимо ее объединение с информацией о предках для получения заключительной оценки. Здесь используются различные подходы. В Канаде – «weighting procedure» – весовые коэффициенты для каждого предка, в США – методология индексной селекции. Германия использует «weighting procedure», немного отличную от канадской. Вычисляют не средние показатели по предкам, а индексы мужских ветвей предков, исходящих от матери, т.е. влияние матери через мужских предков.

Различное соотношение показателей в формулах индексов разных стран еще больше обуславливает разный рейтинг. Например, в индексе RZG достаточно большой акцент приходится на продолжительность жизни, в то время как в TPI – на тип телосложения (26%). Быки с хорошими показателями по продолжительности жизни, но с посредственным типом будут выгоднее смотреться в RZG, чем в TPI. Быки, которые имеют высокие баллы по всем признакам, располагают большими шансами проявлять свои преимущества одинаково в рамках всех трех общих индексов. Поскольку селекционные признаками коррелируют между собой, точно рассчитать весовые коэффициенты в формуле прибыли довольно сложно [77].

Заводчики, действующие на мировых рынках, при выборе геномного быка для сбора эмбрионов обычно проверяют его место в топ-

листах различных стран. Если он занимает лидирующие позиции в разных системах, это увеличивает его шансы при продаже потомства и эмбрионов. У таких быков больше шансов получить высокую генетическую оценку по качеству потомства дочерей.

Современные методы геномной селекции позволяют идентифицировать гены, ответственные за передачу повышения продуктивности, устойчивости к заболеваниям и их закрепления в популяции.

Развивающиеся методы клеточной инженерии, в частности в эмбриональных клетках на ранней стадии развития, обладающих полной генетической информацией, их последующие клонирование и трансплантация позволяют значительно ускорить селекционный процесс.

Использование современных методов в отечественных селекционных программах позволит достичь высоких результатов в кратчайшие сроки [9], что особенно важно в условиях современной нестабильной внешнеполитической обстановки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Производство молока в России в хозяйствах всех категорий в 2018 г. составило 31,6 млн т. Эксперты прогнозируют увеличение его потребления в стране (в настоящее время оно в 2 раза ниже рекомендуемых Минздравсоцразвитием России рациональных норм потребления). Повысить производство молока можно путем увеличения продуктивности животных планомерной селекционно-племенной работой с национальными генетическими ресурсами. Это также снизит импортозависимость, уменьшит количество ввозимых с племенным материалом инфекционных заболеваний и генетических аномалий.

Система племенного животноводства в России включает в себя Департамент животноводства и племенного дела Минсельхоза России, головной информационно-селекционный центр (ФГБНУ ВНИИплем), ОАО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных», отраслевые союзы, ассоциации товаропроизводителей животноводческой продукции, 16 селекционно-генетических центров, госплемзаводы, в которых содержится 2540 племенных стад сельскохозяйственных животных, 360 сервисных организаций, научные организации и др.

Государство поддерживает молочное (в 2015-2017 гг. было отобрано 176 инвестиционных проектов с расчетным объемом субсидий 11,4 млрд руб.) и племенное животноводство (в 2018 г. объем выплаченных субсидий составил 3,4 млрд руб.). В рамках Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы планируется разработать и реализовать подпрограмму «Улучшение генетического потенциала крупного рогатого скота молочных пород».

По состоянию на 31.05.2018 в Госреестре зарегистрировано 28 пород молочно-мясного направления и 34 породных типа. В стра-

не выведены и еще сохраняются уникальные отечественные породы (холмогорская, ярославская и др.), имеющие высокие производственные и адаптированные к местным условиям показатели. Однако продукция отечественного племенного животноводства уступает в конкурентной борьбе ведущим мировым производителям, в связи с чем идет голштинизация отечественных молочных пород, результатом которой может стать утрата их генетической специфичности.

В настоящее время продуктивная жизнь скота голштинской породы составляет 2,7-2,8 лактаций. Экономическая оценка пород с учетом затрат и приплода за продуктивную жизнь (предложение ВИЖ им. Л.К. Эрнста), показывает, что отечественные животные не уступают и скоту черно-пестрой и голштинской пород.

В 2017 г. отмечено резкое возрастание импорта племенного КРС до 62,9 тыс. голов с 32,9 тыс. в 2016 г., по предположению экспертов, из-за отмены 10%-ной ставки по НДС на импорт племенных животных, действующей с ноября 2016 г. Вновь вводимые крупные комплексы, сталкиваются с проблемами их заполнения, покупают скот за рубежом, что сопряжено с рисками ветеринарного характера (в течение двух лет выбывает до 80% животных). Практически все родившиеся телки идут на замену преждевременно выбывших коров.

В России для оценки племенных качеств используется разработанная еще в 1936 г. советскими генетиками Д.Е. Альшлуером и Н.П. Сухановым система отбора быков-производителей по продуктивным и другим качествам рожденных от них дочерей. Однако начинают внедряться и современные методы геномной оценки. В 2017-2018 гг. реализованы пилотные проекты по идентификации племенного скота молочного направления: проведена геномная оценка более 1 млн особей, разработана система оптимизации данных о происхождении животных для построения максимально точной матрицы родства, 20,4% данных по молочной продуктивности было удалено ввиду их недостоверности.

В современной мировой практике совершенствуются старые и развиваются новые методы селекции и племенного дела: геномной селекции, геномного прогноза, геномного редактирования, клеточной инженерии, генодиагностики и др.

Ускорению генетического прогресса способствует широкое распространение современных методов репродукции: искусственное осеменение и трансплантация эмбрионов, применение сексированного семени в воспроизводстве и др.

Конечной целью улучшения генетического потенциала крупного рогатого скота молочных пород отечественной селекции являются увеличение их продуктивности, повышение конкурентоспособности, создание прозрачного рынка племенного материала, что повысит уровень самообеспеченности отечественным племенным материалом, создаст предпосылки для экспорта племенной продукции. Для этого необходимы интеграция России в международные системы племенной работы («Интербулл» и др.), повышение рентабельности племенной работы и др.

**Направлениями** улучшения генетического потенциала крупного рогатого скота молочных пород могут стать:

- создание нормативной среды и необходимой инфраструктуры для формирования прозрачного рынка отечественного племенного материала;
- сохранение отечественных пород молочного скота как ценного генетического ресурса (разработка стратегии улучшения отечественных пород, создание генофондного банка, инвентаризация отечественных пород на предмет определения чистопородности или кровности, субсидирование племенных малочисленных пород по более высокой ставке);
- создание единой системы индивидуальной идентификации животных, обеспечение мечения прирастающего поголовья крупного рогатого скота, 100%-геномная оценка племенного поголовья;
- укрепление ассоциаций по породам, их информационных центров с перспективой изменения порядка государственной поддержки (поддержка племенного статуса за животными, а не хозяйствами), увеличение числа независимых генетических и молочных лабораторий, выделение средств на создание инфраструктуры и функционирование системы племенного дела;
- анализ и оценка перспективности возможных направлений исследований, расширение применения современных технологий племенного молочного скотоводства, генетических исследований, ко-

ординация усилия ведомств, научных организаций, аграрных вузов под методическим руководством ВИЖ;

- создание собственной национальной базы SNP, основанной на установленных в отечественной популяции соотношениях между фенотипом и генотипом, разработка селекционных индексов и компьютерных программ на базе созданных племенных книг по породам;

- формирование отечественных реактивов для генетических исследований, решение проблемы с обеспечением ими лабораторий, финансирование проведения молочных тестов на протяжении всего периода реализации мероприятий по становлению системы племенного дела;

- разработка рекомендаций по изменению стратегии приобретения племенного материала – переход от рискованных закупок импортного скота средней продуктивности к трансплантации эмбрионов, субсидированию покупки эмбрионов от доноров с высоким генетическим потенциалом, в том числе отечественной селекции;

- применение системы оценки пород с учетом экономических показателей воспроизводства стада и здоровья за продуктивную жизнь.

Предложенные направления могут быть реализованы в виде комплексных научно-технических проектов подпрограммы «Улучшение генетического потенциала крупного рогатого скота молочных пород» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы.

## Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 15.02.2019).

2. Передовые практики в отечественном племенном животноводстве: науч. аналит. обзор / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, Т.Н. Кузьмина, А.И. Тихомиров, С.В. Гуськова, И.Ю. Свиначев, В.А. Бекенев, Ю.А. Колосов, В.И. Фролова, И.В. Большакова – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 72 с.

3. Молочная отрасль 2018-2019: справ. / сост.: А.С. Белов, М.Э. Жебит, Е.А. Московскова, Т.Д. Неутов и др. – М.: Национальный союз производителей молока, 2018. – 388 с.

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 8 февраля 2019 г. № 98 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/552331108> (дата обращения: 15.01.2019).

5. Актуальные вопросы развития мясного и молочного скотоводства в Российской Федерации: парламентские слушания. – 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://council.gov.ru/activity/activities/parliamentary/91585/> (дата обращения: 22.12.2018).

6. Обзор Российского и мирового рынков молока и молочной продукции на 25.01.2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kaicc.ru/sites/default/files/1/ОБЗОР%20РЫНКА%20молока%2025.01.2019.pdf> (дата обращения: 15.01.2019).

7. **Евгения Уваркина:** в рамках реализации Дорожной карты запущены пилотные проекты по развитию племенного животноводства: DairyNews.ru. – 2018. – URL: <http://www.dairynews.ru/news/evgeniya-uvarkina-v-ramkakh-realizatsii-dorozhnoy-.html> (дата обращения: 24.12.2018).

8. Молочное животноводство в Российской Федерации, сентябрь 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://agrardialog.ru/files/prints/18\\_09\\_molochnoe\\_zhivotnovodstvo\\_v\\_rossiyskoy\\_federatsii\\_sentyabr\\_2018.pdf](https://agrardialog.ru/files/prints/18_09_molochnoe_zhivotnovodstvo_v_rossiyskoy_federatsii_sentyabr_2018.pdf) (дата обращения: 20.02.2019).

9. **Д.Н. Патрушев:** Россия выйдет на самообеспечение молоком через 6-8 лет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://milknews.ru/index/patrushev-samoobespechenie-moloko.html> (дата обращения: 15.01.2019).

10. **Амерханов Х.А.** Состояние и развитие молочного скотоводства в Российской Федерации // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 1. – С. 2-5.

11. Молочная отрасль России: предварительные итоги 2018 года и перспективы на 2019 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [SouzMoloko.ru>materiali/10sezd/10\\_Съезд.pdf](http://SouzMoloko.ru/materiali/10sezd/10_Съезд.pdf) (дата обращения: 28.01.2019).

12. Всероссийский съезд производителей и переработчиков молока завершил работу [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dairyunion.ru/> (дата обращения: 15.01.2019).

13. Молочное животноводство в Российской Федерации, сентябрь 2018. Проект «Германо-Российский аграрно-политический диалог» (ВМЕЛ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://agrardialog.ru/files/prints/18\\_09\\_molochnoe\\_zhivotnovodstvo\\_v\\_rossiyskoy\\_federatsii\\_sentyabr\\_2018.pdf](https://agrardialog.ru/files/prints/18_09_molochnoe_zhivotnovodstvo_v_rossiyskoy_federatsii_sentyabr_2018.pdf) (дата обращения: 15.02.2019).

14. Минимум на молоко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/news/minimum-na-moloko.html> (дата обращения: 03.02.2019).

15. Молочное животноводство в России: современное состояние и перспективы развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--80ajgrcpbhkds4a4g.xn--p1ai/articles/molochnoe-zhivotnovodstvo-v-rossii/> (дата обращения: 28.01.2019).

16. Национальные цели и стратегические задачи. Чего президент ждет от правительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://topwar.ru/141123-kakie-nacionalnye-celi-i-strategicheskie-zadachi-opredelil-prezident-v-novom-ukaze.html> (дата обращения: 20.01.2019).

17. **Маринченко Т.Е., Королькова А.П.** Инвестиции в инновационные проекты в АПК: перспективы роста // Научно-технологическое развитие АПК как драйвер экономического роста ЕАЭС: сб. ст. по матер. Междунар. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 195-205.

18. Deloitte: Обзор молочного рынка России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: >lib/industries/dairy-farming...rynka... (дата обращения: 28.01.2019).

19. Правительство инициировало масштабную проверку молочных продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/news/pravitelstvo-initsiirovalo-masshtabnuyu-proverku-m.html> (дата обращения: 28.12.2018).

20. **Щетинин В.П.** Стратегические направления развития агропромышленного комплекса Российской Федерации // Аналит. вестн. Совета Федерации. – 2018. – № 10 (699). – С. 6-9.

21. Минсельхоз ожидает роста российского молочного экспорта до 1,8 млн т к 2024 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kvedomosti.ru/news/minselxoz-ozhidaet-rosta-rossijskogo-molochnogo-eksporta-do-1-8-mln-tonn-k-2024-godu.html> (дата обращения: 20.02.2019).

22. **Волкова В.В., Денискова Т.Е., Костюнина О.В., Амерханов Х.А., Добрынина Т.И., Зиновьева Н.А.** Характеристика аллелофонда локальных пород крупного рогатого скота России по микросателлитным маркерам // Генетика и разведение животных. – 2018. – № 1. – С. 3-10.

23. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Т. 2 «Породы животных» (офиц. изд.). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 212 с.

24. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. – М.: Изд-во ФГБНУ ВНИИплем, 2018. – 274 с.

25. **Тихомиров А.И.** Территориально-отраслевое разделение труда в племенном животноводстве: теоретико-методологические аспекты // Науч. обозрение: теория и практика. – 2017. – № 3. – С. 53-62.

26. **Трухачев В.И., Селионова М.И., Чижова Л.Н., Злыднев Н.З., Олейник С.А., Бобрышова Г.Т.** ДНК-диагностика наследственных заболеваний молочного скота // Вестн. АПК Ставрополя. – 2017. – № 2. – С. 120-125.

27. **Шумейко Н.Н.** Эффективность использования отечественных пород крупного рогатого скота молочного направления продуктивности // Экономика сел. хоз-ва России. – 2018. – № 7. – С. 58-65.

28. **Крюков В.И., Шалимова О.А., Друшляк Н.Г., Пикунова А.В.** ДНК-диагностика в селекции крупного рогатого скота // Вестн. Орел ГАУ. – 2012. – № 1. – С. 62-68.

29. **Тихомиров А.И.** Особенности территориально-отраслевого разделения труда в племенном животноводстве // АПК: экономика, управление. – 2017. – № 6. – С. 89-93.

30. **Петрова А.М.** Сохранить и приумножить генофонд красной степной породы // Зоотехния. – 2009. – № 10. – С. 9-10.

31. **Юмагузин И.Ф., Садыкова Р.Р.** Эффективность различных способов повышения генетического потенциала молочного скота в Республике Башкортостан // Пути реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Курганской области. – 2018. – С. 809-813.

32. Племенные ресурсы России молочных пород крупного рогатого скота / В.И. Чинаров д-р экон. наук, А.В. Чинаров // Инновационное развитие племенного животноводства и кормопроизводства в РФ: сб. по матер. IX Всерос. науч.-практ. конф. – Тверь: Тверская ГСХА, 2018. – С. 7-11.

33. **Чинаров В.И.** Потенциал племенного молочного скотоводства // Молочная пром-сть. – 2018. – № 11. – С. 69-71.

34. **Мымрин В.С., Гридина С.Л., Ажмяков А.Н., Брюханов А.А., Байбулатов И.А., Капустин Н.П., Лазаренко В.П., Кобылин А.В., Крысова Е.В., Смирнова Г.Г.** Сохранение отечественных пород – вклад в будущее Российского животноводства // Зоотехния. – 2018. – № 1. – С. 8-11.

35. Технология ускоренного совершенствования молочных стад с использованием отечественного и зарубежного генофонда: метод. реком. / В.М. Шириев, И.Ф. Юмагузин, С.С. Ардаширов и др. – Уфа, 2011. – 44 с.

36. Трансплантация эмбрионов: современные тенденции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://madison.pp.ua/tesovremennyye-tendentsii> (дата обращения: 20.02.2019).

37. Живой инкубатор: в России активно развивается технология трансплантации эмбрионов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/23161-zhivoy-inkubator/> (дата обращения: 20.02.2019).

38. Эффективность получения сексированных эмбрионов КРС методом *in vitro* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/news/effektivnost-polucheniya-seksirovannykh-embriionov-.html> (дата обращения: 20.02.2019).

39. Трансплантация эмбрионов: бразильский феномен [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/dairyfarm/transplantatsiya-embriionov-brazilskiy-fenomen.html> (дата обращения: 20.02.2019).

40. Элитное маточное стадо – за год? Это реально! [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://predsedatel-apk.ru/zhivotnovodstvo-2/embriotransfer-v-zhivotnovodstve/> (дата обращения: 20.02.2019).

41. **Мадисон В., Мадисон Л.** Трансплантация эмбрионов: хорошо забытое старое // Животноводство России: тем. вып. – 2018. – С. 11-17.

42. VLAD (Дефицит лейкоцитарной адгезии) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://igene-ferma.com/?page\\_id=31](http://igene-ferma.com/?page_id=31) (дата обращения: 28.12.2018).

43. Методические рекомендации по адаптации импортного высокопродуктивного молочного скота в Российской Федерации. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 76 с.

44. **Маринченко Т.Е., Кузьмин В.Н., Королькова А.П., Горячева А.В.** Мониторинг инновационной активности в области сельского хозяйства: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 104 с.

45. В Минобрнауки России обсудили формирование и реализацию комплексных планов научных исследований, которые позволят снизить уровень импортозависимости в АПК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosinformagrotech.ru/ob-institute/news/v-minobrnauki-rossii-obsudili-formirovanie-i-realizatsiyu-kompleksnykh-planov-nauchnykh-issledovaniy-kotorye-pozvolyat-snizit-uroven-importozavisimosti-v-apk> (дата обращения: 28.12.2018).

46. Исчезающая генетика: зарубежные молочные породы КРС продолжают вытеснять российские [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/zhivotnovodstvo/stati/ischezayuschaja-genetika-zarubezhnye-molochnye-porody-krs-prodolzhayut-vytesnjat-rossiiskie.html> (дата обращения: 03.02.2019).

47. Сохранение генофонда редких и исчезающих пород КРС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://helpiks.org/1-117630.html> (дата обращения: 20.02.2019).

48. **FAO.** Состояние всемирных генетических ресурсов животных в сфере продовольствия и сельского хозяйства / Пер. с англ. – М.: ВИЖ РАСХН, 2010. – 512 с.

49. Импортозависимость и конкурентоспособность внутреннего рынка генетических ресурсов животноводства / А.И. Тихомиров, В.И. Чинаров // Инновационное развитие племенного животноводства и кормопроизводства в РФ: сб. по матер. IX Всерос. науч.-практ. конф. – Тверь: Тверская ГСХА. – 2018. – С. 16-18.

50. В России разрабатывается первая собственная система геномной оценки племенной ценности скота [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/2624075> (дата обращения: 28.01.2019).

51. Программа повышения эффективности работы племенного молочного скотоводства в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://SouzMoloko.ru-netcat\\_files/498/708/h\\_...](http://SouzMoloko.ru-netcat_files/498/708/h_...) (дата обращения: 28.12.2018).

52. Геномные технологии в животноводстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://milklife.by/genomnyie-tehnologii-v-zhivotnovodstve/> (дата обращения: 28.12.2018).

53. **Красота В.Ф., Джапаридзе Т.Г., Костомахин Н.М.** Разведение сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 2005.

54. **Бойко Е.Г.** Перспективы использования геномного анализа при разведении и селекции крупного рогатого скота // Аграрный вестн. Урала. – 2009. – № 10 (64). – С. 33-34.

55. **Леонова М.А., Колосов А.Ю., Радюк А.В., Бублик Е.М., Стетюха А.А., Святогорова А.Е.** Перспективные гены-маркеры продуктивности сельскохозяйственных животных // Молодой ученый. – 2013. – № 12. – С. 612-614.

56. **Кабицкая Я.А.** Перспективные гены-маркеры продуктивности в молочном животноводстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://izron.ru/articles/selskokhozyaystvennyie-nauki-voprosy-i-tendentsii-razvitiya-sbornik-nauchnykh-trudov-po-itogam-mezhdu/sektsiya-16-razvedenie-selektsiya-i-genetika-selskokhozyaystvennykh-zhivotnykh-spetsialnost-06-02-07/perspektivnye-geny-markery-produktivnosti-v-molochnom-zhivotnovodstve/> (дата обращения: 28.12.2018).

57. **Калашникова Л.А., Хабибрахманова Я.А., Павлова И.Ю., Ганченкова Т.Б.** и др. Рекомендации по геномной оценке крупного рогатого скота. – п. Лесные Поляны Московской обл., 2015. – 33 с.

58. Система сохранения генофонда локальных исчезающих пород сельскохозяйственных животных: кр. курс лекций для аспирантов напр. подг. 36.06.01 Ветеринария и зоотехния / В.А. Шингалов. – Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2015. – 86 с.

59. **Амерханов Х.А., Белоусов А.М., Джуламанов К.М., Дубовскова М.П., Тюлебаев С.Д., Габидулин В.М., Герасимов Н.П., Искандерова А.П., Куш Е.Д., Адучиев Б.К., Болаев Б.К., Баринов В.Э., Дунин И.М., Слепцов И.И., Ильина Е.Н.** Рекомендации по оценке быков-производителей мясных пород // Фермер. Черноземье. – 2018. – № 11 (20). – С. 44-53.

60. **Суслов Д.Ю., Воеводин А.В., Холев С.А., Тяпугин С.Е.** Современная оценка племенной ценности крупного рогатого скота молочно-направленного продуктивности // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – № 1. – С. 9-11.

61. **Тяпугин С.Е., Бургомистрова О.Н., Абрамова Н.И., Власова Г.С., Хромова О.Л., Богорадова Л.Н.** Оценка и отбор коров на основе передающей способности / Зоотехническая наука в условиях современных вызовов: сб. ст. науч.-практ. конф. с межд. уч., посвящ. 85-летию со дня рождения акад. Л.К. Эрнста и 80-летию подготовки зоотехников в Вятской ГСХА. – Киров, 2015. – С. 378-381.

62. **Зиновьева Н.А., Гладырь Е.А., Костюнина О.В., Харзинова В.Р.** и др. Роль ДНК-диагностики в контроле и элиминации рецессивных наследственных аномалий сельскохозяйственных животных // Достижения науки и техники в АПК. – 2012. – № 11. – С. 37-40.

63. **Зиновьева Н.А., Кленовицкий П.М., Гладырь Е.А., Никитшов А.А.** Современные методы генетического контроля селекционных процессов и сертификация племенного материала в животноводстве: учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 329 с.

64. **Яковлев А.Ф.** Редактирование генома сельскохозяйственных животных // Генетика и разведение животных. – 2018. – № 2. – С. 4-55.

65. Причина различий при ранжировании быков в рейтингах разных стран [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/news/prichina-razlichiy-pri-ranzhirovanii-bykov-v-reyti.html> (дата обращения: 28.12.2018).

66. **Сакса Е.И.** Эффективность использования быков, оцененных разными методами, при совершенствовании высокопродуктивных стад // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – № 1. – С. 5-8.

67. **Тулинова О.В., Васильева Е.Н.** Перспективные разработки в области селекционно-племенной работы с молочными породами крупного рогатого скота // Генетика и разведение животных. – 2015. – № 3. – С. 9-16.

68. **Крупин Е.О.** Нутригеномика: раскрытие генетически обусловленной зависимости между качеством молока и продуктивностью животных // Эффективное животноводство. – 2017. – № 9. – С. 56-58.

69. Использование мирового генетического потенциала или какие коровы вам нужны? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/docs/ispolzovanie-mirovogo-geneticheskogo-potentsiala-i.html> (дата обращения: 28.12.2018).

70. **Weigel К.А.** Controlling inbreeding in modern breeding programs. *J. Dairy Sci.*, 2001, 84 (Suppl. E): E177-E184.

71. **Magee D.A.** et al. DNA sequence polymorphisms in a panel of eight candidate bovine imprinted genes and their association with performance traits in Irish Holstein-Friesian cattle. *BioMed Central Genetics*, 2010. [Электронный ресурс]. – URL: <https://bmcgenet.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2156-11-93> (дата обращения: 01.12.2018).

72. **Косовский Г.Ю.** Клеточные и геномные технологии в повышении эффективности животноводства. – М., 2015. – 272 с.

73. Международная служба оценки быков Interbull на пути получения статуса нового Референтного Центра международной генетической экспертизы КРС на территории Евросоюза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/news/mezhdunarodnaya-sluzhba-otsenki-bykov-interbull-na.html> (дата обращения: 28.12.2018).

74. Разведение сельскохозяйственных животных / В.Ф. Красота, Т.Г. Джапаридзе, Н.М. Костомахин – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2013. – 424 с.

75. Селекционно-генетическая характеристика высокопродуктивного голштинизированного черно-пестрого скота Ленинградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/dairyfarm/seleksionno-geneticheskaya-kharakteristika-vysoko.html> (дата обращения: 28.01.2019).

76. **Аржанкова Ю.В.** Практикум по дисциплине «Биогенетические основы разведения сельскохозяйственных животных» направления подготовки 36.04.02 – Зоотехния. Магистерская программа «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства». – Великие Луки: Изд-во ФГБОУ ВО «Великолукская ГСХА», 2016. – 72 с.

77. **Букаров Н.Г., Новиков А.А., Хрунова А.И., Семак М.С.** Мониторинг генетической ситуации и контроль негативных последствий инбридинга в разведении молочного скота // Зоотехния 18-6. – С. 2-7.

78. Молочная компания «Генетика»: кат. голштинских и джерсейских быков-производителей от компании «GENEX». – 2019. – 109 с.

79. Причина различий при ранжировании быков в рейтингах разных стран [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/news/prichina-razlichiy-pri-ranzhirovanii-bykov-v-reyti.html> (дата обращения: 28.12.2018).

80. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» / Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. – М., 2017. – 52 с.

81. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2016 № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства». – М., 2017. – 12 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71350102/#ixzz5Wzr2bQPA> (дата обращения: 12.09.2018).

82. ТОП-15 инвестиционных проектов в молочной отрасли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/news/indst/top-15-investitsionnykh-proektov-molochnoj-otrasli.html> (дата обращения: 20.03.2019).

83. Каталог быков 2019 ABS Russia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.absrussia.ru/wp-content/uploads/2013/06/Каталог-ABS-2019.pdf](http://www.absrussia.ru/wp-content/uploads/2013/06/Каталог-ABS-2019.pdf) (дата обращения: 20.03.2019).

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

### ТОП-15 инвестиционных проектов молочной отрасли [82]

#### Калужская область

1. ООО «ТиЭйч Рус МилкФуд» на 18 млрд руб.

Концерн «ТН True Milk» приступил к реализации проекта по созданию комплекса молочного животноводства и переработке молока индустриального масштаба с использованием высоких технологий. Ввод в эксплуатацию запланирован на 2019 г. Представительство вьетнамской компании в России получило название ООО «Ти-Эйч Рус МилкФуд». Компания выбрала участок на территории ОЭЗ в Боровском районе. Проект предусматривает строительство завода по переработке молока, производству молочных продуктов до 1 тыс. т в день. Основная продукция, реализуемая в рамках проекта, – питьевое молоко, йогурт, питьевой йогурт, сыр и функциональные молочные продукты.

2. «Калужская Нива» (входит в ГК «ЭкоНива») на 6 млрд руб.

В октябре 2018 г. началось строительство четвертого животноводческого комплекса «Сугоново», рассчитанного на 2,8 тыс. голов и производство 22 тыс. т молока в год. С февраля 2018 г. компания запустила строительство животноводческого комплекса в селе Богданино, рассчитанного также на 2,8 тыс. голов дойного стада.

#### Сахалинская область

3. ООО «Грин Агро-Сахалин» на 11 млрд руб.

Компания «Грин Агро-Сахалин» реализует в Сахалинской области на двух площадках – в селах Троицкое и Березняки – проект по

строительству животноводческого комплекса молочного направления. Каждая ферма рассчитана на 1900 голов дойного стада. Также запланировано строительство завода по переработке молока мощностью 120 т в год. Пока инвестор реализовал планы по строительству фермы в Троицком: первых животных завезли в январе. Полное завершение инвестпроекта запланировано на 2019 г.

#### **Ростовская область**

4. «Агрокомплекс» им. Н.И. Ткачева на 8 млрд руб.

«Агрокомплекс» им. Н.И. Ткачева планирует ввести в эксплуатацию завод по производству сыров и сливочного масла. В настоящее время завершено строительство всех очередей предприятия, которое рассчитано на производство 25 т твердых сыров в сутки, 16 – свежих сыров и 10 т в сутки сыра типа Pasta Filata, суточная мощность маслодельного цеха – 20 т. Помимо этого, холдинг анонсировал планы по строительству молочного комплекса «Жуковский», стоимостью 3 млрд руб. Ферму планировалось ввести в эксплуатацию в течение двух лет. Тогда ее стоимость оценили в 1,9 млрд руб.

#### **Республика Мордовия**

5. ГК «Сфера» на 5,5 млрд руб.

В Дубенском районе Мордовии строится ферма на 12 тыс. голов КРС, из них 6,4 тыс. – дойное стадо. Ежедневное производство молока планируется на уровне 200 т. Вся продукция молочного комплекса будет направляться на собственное производство – в перерабатывающий комбинат «Мечта».

#### **Рязанская область**

6. ЗАО «Победа» на 2 млрд руб.

В Захаровском районе Рязанской области с 2015 г. строится молочно-товарный комплекс, рассчитанный на 1195 голов КРС. Построено два молочных блока, где содержится более 500 коров чернопестрой породы. Предприятие производит 18 т молока в сутки. Проект вышел на финишную прямую: в ближайшее время будет введено в эксплуатацию третье помещение для содержания скота.

#### **Воронежская область**

7. ООО «Экокорм» (ГК «Молвест») на 1,7 млрд руб.

Завершено строительство первой очереди молочного комплекса на 1,1 тыс. голов в селе Николаевка Аннинского района. Компания

«Молвест» приступила к реализации второй очереди проекта. Планируется построить молочный комплекс на 2,4 тыс. голов. Это третья ферма холдинга в Воронежской области.

#### **Республика Татарстан**

8. **Агрохолдинг «Комос групп» (ОАО «Милком»)** на 1,5 млрд руб.

Агрохолдинг «Комос групп» приступил к модернизации нового актива – ООО «Казанский молочный комбинат». Капитальный ремонт склада готовой продукции, обновление оборудования и ввод новых цехов позволят увеличить объем переработки к июлю 2020 г. до 1 тыс. т молока в сутки. Сейчас завод перерабатывает около 300 т сырья в день.

#### **Чеченская Республика**

9. **ООО «Молочная компания «Кавказское здоровье»** на 1,5 млрд руб.

ООО «Молочная компания «Кавказское здоровье» введет в эксплуатацию вторую очередь молочного кластера – ферму, рассчитанную на 1200 дойных коров голштинской породы.

#### **Тюменская область**

10. **ООО «Петелино» (аффилировано ООО «Агро-Клевер»)** на 1,3 млрд руб.

Строительство товарно-молочной фермы, рассчитанной 1,2 тыс. голов дойного стада. По проекту планируется построить современный родильно-молочный блок с возможностью отслеживания физиологического состояния каждого животного и коровник.

#### **Белгородская область**

11. **ООО «Агропрод»** на 1,1 млрд руб.

В Белгородской области продолжается строительство молочной фермы на 2 тыс. голов скота у села Сорокино Красногвардейского района. Ранее «Агропрод» уже запустил подобный комплекс на 1 800 голов. Компания планирует начать строительство третьей очереди проекта на 2 400 голов.

#### **Пермский край**

12. **Агрохолдинг «Комос групп» (ОАО «Милком»)** на 1,1 млрд руб.

Компания «Милком» (входит в агрохолдинг «Комос групп») реализует на площадях пермского хладокомбината «Созвездие» инвест-

проект «Современная фабрика мороженого». В рамках проекта будет произведено техническое перевооружение аммиачно-холодильной установки фабрики, помимо реконструкции имеющихся на площадке зданий, намечено строительство новых с современным оборудованием.

#### **Новгородская область**

##### **13. ООО «Чудово» на 900 млн руб.**

Строительство молочно-товарной фермы началось еще в 2015 г. на базе обанкротившегося сельскохозяйственного кооператива. Несколько коровников и помещение для содержания молодняка восстановлены, построен родильно-доильный блок. По последним данным, инвестор планировал подать заявку на возмещение части затрат на создание и модернизацию объектов агрокомплекса, чтобы закупить на субсидии необходимое оборудование.

##### **14. Проект селекционного центра на Кубани на 3 млрд руб.**

Проект строительства селекционно-генетического центра в Усть-Лабинском районе позволит существенно снизить зависимость от импорта, нарастить объемы производства молока и уже к 2030 г. выйти на производство 2 млн т молока в год. Это почти в 2 раза больше нынешнего уровня.

Регион испытывает дефицит поголовья КРС, особенно высокопродуктивных пород: за последние 10 лет из 40 тыс. приобретенных коров 30 тыс. – импортные.

## Пример генетической оценки быков в США [78]

**Индекс идеальной коммерческой коровы (ИСС\$)** включает в себя:  
**Индекс пожизненной прибыли (ИПП)<sup>1</sup>**

Этот показатель прогнозирует чистую прибыль, получаемую от среднестатистической дочери быка на протяжении ее жизни. Характеристики, учтенные в ИПП, и их удельный вес:

- продуктивность – 44,4%, в том числе, %:  
 прогнозируемая передающая способность (ППС) по молочному жиру – 26,8;  
 ППС по молочному белку – 16,9;  
 ППС по удою – 0,7;
- здоровье – 37,9%, в том числе, %:  
 продуктивное долголетие – 12,1;  
 содержание соматических клеток (ССК) – 4;  
 индекс стельности дочерей – 6,7;  
 оплодотворяемость телок – 1,4;  
 оплодотворяемость коров – 1,6;  
 жизнеспособность – 7,3;  
 легкость отела – 4,8;
- телосложение – 15,4%, в том числе, %:  
 вымя (сводная оценка) – 7,4;  
 конечности (сводная оценка) – 2,7;  
 сводная оценка массы тела – 5,3;
- признаки здоровья (НТ Н\$) – 2,3%\*:

<sup>1</sup> LNMS – Lifetime Net Merit.

\* Признаки здоровья – группа из шести признаков, отражающих резистентность конкретного животного к заболеваниям. Каждый признак здоровья имеет свой коэффициент в группе, %:

- гипокальциемия – 2,3;
- смещение сычуга – 23,3;
- кетоз – 4,7;
- мастит – 32,9;
- метрит – 26,5;
- задержание последа – 10,3.

«Жизнеспособность» – признак, включенный в формулу ИПП в апреле 2017 г. Характеризует способность коровы оставаться живой, находясь в дойном стаде.

«Сводная оценка массы тела» – признак, включенный в формулу ИПП в апреле 2017 г. и заменивший показатель «размер тела» (сводная оценка). Учитывает как оценки размера тела, так и молочный тип. Рассчитывается по формуле: Сводная оценка массы тела =  $0,23 \times \text{рост} + 0,72 \times \text{крепость} + 0,08 \times \text{глубина туловища} + 0,17 \times \text{ширина крестца} - 0,47 \times \text{молочный тип}$ .

#### **Достоверность оценки**

Точность оценки признака в процентах – от 1 до 99. Основана на количестве имеющейся информации о животном, его родителях и потомстве. Чем выше этот показатель, тем достовернее оценка признака.

#### **Рэнкинг по ИПП**

Процентиль популяции США, в котором находится тот или иной бык по индексу пожизненной прибыли. Например, значение 90% означает, что 90% быков популяции ранжируются ниже данного быка по ИПП.

#### **Индекс прибыли по сыру (ИПС)**

Показатель, созданный для производителей молока, продающих его на сыр. В производстве сыра белок ценится выше, чем на рынке питьевого молока. Общий объем молока (надой) в данном показателе имеет отрицательный удельный вес. ИПС учитывает те же характеристики, что и индекс пожизненной прибыли (ИПП).

#### **Индекс прибыли по молоку (ИПМ)**

Включает в себя те же характеристики, что и индекс пожизненной прибыли (ИПП), но с другими коэффициентами, делающими акцент на удой. Этот показатель важен для производителей, получающих деньги за объем сдаваемого молока.

#### **Количество дочерей**

Количество дочерей быка, учтенных при оценке передаваемых им характеристик продуктивности. Обозначение «Геномная оценка» означает, что оценка основана на данных родословной и анализа генома быка.

#### **Количество стад**

Количество стад, в которых содержатся дочери быка, учтенные при оценке передаваемых им характеристик продуктивности.

### **Удой (прогнозируемая передающая способность – ППС)<sup>2</sup>**

Ожидаемая разница, выраженная в фунтах, в молочной продуктивности будущих взрослых дочерей быка относительно генетического базиса США<sup>3</sup>.

### **Молочный белок (ППС)**

Ожидаемая разница, выраженная в фунтах, в производстве молочного белка будущими взрослыми дочерьми быка относительно генетического базиса США.

### **Процент белка в молоке (ППС)**

Генетическое отклонение (положительное или отрицательное) прогнозируемой передачи быком количества белка в молоке дочерей.

### **Молочный жир (ППС)**

Ожидаемая разница, выраженная в фунтах, в производстве молочного жира будущими взрослыми дочерьми быка относительно генетического базиса США.

### **Процент жира в молоке (ППС)**

Генетическое отклонение (положительное или отрицательное) прогнозируемой передачи быком количества жира в молоке дочерей.

### **Продолжительность продуктивной жизни (ППС)**

Генетическое отклонение (положительное или отрицательное) службы животного в стаде, выраженное в месяцах. Показывает способность дочерей этого быка к сохранению здоровья, повторному оплодотворению и производству достаточного количества молока, чтобы ее не выбраковали по причине низкой продуктивности.

### **Фертильность дочерей**

Процент нестельных коров, ставших стельными во время каждого 21-дневного периода. Например, если значение этого показателя равно 1, это означает, что у дочерей данного быка шансов оплодот-

---

<sup>2</sup> РТА – Predicted Transmitting Ability. Прогнозируемая передающая способность (ППС) является оценкой передаваемого быком своему потомству генетического превосходства по тому или иному признаку. Потомки быка с более высоким значением ППС будут превосходить по этому признаку потомков других производителей, имеющих меньшее значение ППС.

<sup>3</sup> С 1 января 2015 г. генетический базис США по удою для голштинской породы составляет 26994 фунта (1 фунт = 0,454 кг).

вориться в течение эстрального цикла на 1% больше, чем у дочерей быка с показателем 0.

### **Содержание соматических клеток (ППС)**

Показатель, используемый для повышения резистентности к маститу. Предполагается, что дочери быков с низким показателем ССК (ниже 3,0) менее подвержены заболеванию маститом по сравнению с дочерьми быков, имеющих высокий показатель ССК (выше 3,5).

### **Бета-казеин**

Важный вид казеина, составляющий около 30% от всего объема белка в молоке. Имеет два генетических варианта – А1 и А2, которые различаются одной аминокислотой. Согласно выводам некоторых исследований, А2 имеет более благотворное влияние на здоровье человека. Прогнозируемое преобладание того или иного типа бета-казеина в молоке потомства быка выражается как:

А2А2 – максимум А2 (наиболее желательно);

А1А2 – поровну А1 и А2;

А1А1 – максимум А1 (наименее желательно).

### **Каппа-казеин**

Существует много форм каппа-казеина типов А, В и Е, влияющих на качество молока с точки зрения использования его для производства сыра. Исследования показывают, что выход сыра больше при использовании молока с высоким содержанием каппа-казеина ВВ (в сравнении с Ад).

ВВ – молоко, наиболее желательное для производства сыра.

АВ + ВЕ – молоко среднего качества для производства сыра.

Ад + АЕ – молоко, наименее желательное для производства сыра.

### **Тип (ППС)<sup>4</sup>**

Оценка генетического превосходства в телосложении, передаваемого быком своему потомству. Этот показатель напрямую связан с конечной оценкой телосложения дочерей быка, а не с линейными оценками признаков.

### **Вымя**

Способность быка улучшать качество вымени дочерей.

---

<sup>4</sup> РТАТ – РТАType.

### **Конечности (сводная оценка)**

Способность быка улучшать качество конечностей дочерей.

### **TRP™ (Ти-Пи-Ай™) Совокупный индекс эффективности или племенной ценности<sup>5</sup>**

Селекционный индекс, рассчитываемый Голштинской ассоциацией США. Объединяет в себе следующие признаки (указан удельный вес), %:

содержание белка в молоке – 21;

содержание жира в молоке – 17;

эффективность конверсии корма – 8;

тип (ППС), конечный балл – 8;

выраженность молочного типа – 1;

вымя (сводная оценка) – 11;

конечности (сводная оценка) – 6;

продуктивное долголетие – 4;

жизнеспособность – 3;

содержание соматических клеток – 5;

индекс фертильности – 13 (в том числе: процент стельностей у дочерей, оплодотворяемость коров и оплодотворяемость телок);

легкость отела дочерей – 2;

мертвоорожденность у дочерей – 1.

### **Легкость отела по быку**

Прогнозируемый процент затрудненных отелов у первотелок, оплодотворенных семенем этого быка. Использование семени быков со значением данного показателя ниже 7% может уменьшить проблемы с отелами у первотелок.

### **Легкость отела дочерей**

Отражает тенденцию к более или менее затрудненному отелу у дочерей данного быка по сравнению со средним показателем по популяции.

### **Мертворожденность по быку**

Прогноз частоты мертворождения телят у коров, оплодотворенных семенем данного быка.

---

<sup>5</sup> TRP™ – Type Performance Index.

### **Мертворожденность у дочерей**

Оценка способности дочерей быка производить живое потомство. Рассчитывается в процентах от общего количества отелов. Мертворождением считается, в том числе смерть теленка в течение первых 48 ч с момента рождения.

### **Оплодотворяющая способность семени**

Сравнение процента плодотворных осеменений семенем быка с аналогичной характеристикой других быков. Основано на проценте фактически оплодотворенных коров, а не пришедших повторно в охоту. При вычислении этого показателя пользуются данными о многократных осеменениях каждой коровы в течение ее лактации (вплоть до 7), не только о первом. Оценки выражаются в виде отклонений от общего среднего. Например, ОСС 1,2 означает, что бык на 1,2% выше среднего по этому показателю.

### **Оплодотворяемость телок**

Процент осемененных телок, становящихся стельными. Вероятность того, что телки – дочери быка с оценкой +1 станут стельными, на 1% выше. При анализе учитываются только телки в возрасте от 12 до 24 месяцев.

### **Оплодотворяемость коров**

Процент осемененных лактирующих коров, становящихся стельными. Вероятность того, что коровы – дочери быка с оценкой +1 станут стельными в течение этой лактации, на 1% выше, чем у коров – дочерей быка с оценкой 0.

### **Конверсия корма (Feed Efficiency, FE)**

Конверсия корма – чистая прибыль, получаемая фермером за счет повышения продуктивности. Конверсия корма вычисляется на основе следующей информации: стоимость произведенного молока (долл. США) - стоимость кормов, требуемых для получения дополнительного молока - дополнительные расходы на содержание.

Стоимость произведенного молока в долл. США основана на информации Лаборатории по геномике и улучшению животных (AGIL) Министерства сельского хозяйства США, использованной для расчета индекса прибыли по сыру (Cheese Merit \$) в 2017 г. Стоимость кормов – затраты на корма, поедаемые более продуктивными коровами за лактацию.

Расходы на содержание связаны с затратами на поддержание жизнедеятельности на основе данных NRC (Национального исследовательского центра), плюс дополнительные расходы на помещения, минус доход, связанный с большой массой телят. Масса тела спрогнозирована на основании данных бонитировок Голштинской ассоциации США. Формула разработана в рамках проекта исследования конверсии корма, проведенного Министерством сельского хозяйства США в нескольких штатах, и проекта совместного с исследователями Вагенингенского Университета (Нидерланды).

Конверсия корма (FE) =  $(-0,0187 \times \text{удой}) + (1,28 \times \text{жир}) + (1,95 \times \text{белок}) - (12,4 \times \text{сводная оценка упитанности (BWC)})$ .

### **Индекс фертильности (FI)**

Индекс фертильности объединяет в себе несколько компонентов воспроизводства: способность животного оплодотвориться будучи телкой, затем – коровой, а также общую способность коровы восстановить половой цикл, проявлять охоту и сохранять стельность после оплодотворения.

Индекс фертильности определяется формулой:

FI = 18% оплодотворяемость телок (HCR) + 18% оплодотворяемости коров (CCR) + 64% индекса стельности дочерей (DPR).

### **Прег-Чек (PregCheck™)**

Наша собственная модель ранжирования быков по прогнозируемой фертильности на основе собранных данных по итогам диагностики стельности осемененных животных. Каждый балл в этой оценке соответствует 1% разницы в оплодотворяемости. Эта характеристика основана на внутренних данных Си-Ар-Ай и присваивается быкам задолго до традиционной оценки фертильности.

### **Признаки здоровья CDCB**

Признаки здоровья CDCB (Совета по селекции молочного скота) выражены в процентах сопротивляемости заболеванию конкретного животного по сравнению со средним по породе. Положительное значение означает, что резистентность выше средней по породе. Отрицательное – резистентность ниже средней по породе (при оценке коров, рожденных в базисный год, со средним значением равным нулю). Признаки здоровья CDCB:

- гипокальциемия (MFEV);
- смещение сычуга (DA);
- кетоз (KETO);
- мастит (MAST);
- метрит (METR);
- задержание последа (RETR).

### **Линейная оценка экстерьера**

Оценка экстерьера по 18 признакам выражается в долях стандартного отклонения –  $\sigma$  (стандартных единицах передающей способности)<sup>6</sup>. Стандартизованные значения используются из-за разной прогнозируемой наследуемости (ППС) каждого признака, и диапазоны ее значений у разных признаков варьируют. Использование стандартного отклонения упрощает интерпретацию результатов линейной генетической оценки. В результате все линейные характеристики имеют среднее значение, равное 0, при диапазоне значений стандартного отклонения в 6 ед. Оба крайних значения для каждой характеристики отстоят приблизительно на 3 ед. от средней величины. Значения для каждой характеристики отстоят приблизительно на 3 ед. от средней величины.

### **Международная оценка «Интербул-МЭЙС»**

Если у быка есть дочери более чем в одной стране, то такой бык получает оценку по системе МЭЙС (Международная комплексная оценка быков)<sup>7</sup> в международной организации «Интербул»<sup>8</sup>. Эта система позволяет сравнивать быков, испытываемых по потомству в разных странах. Приведенная в данном каталоге оценка публикуется в соответствии со стандартами США.

### **Базис генетической оценки**

Значения прогнозируемой передающей способности (ППС) вычисляются на основе так называемого базиса генетической оценки, который определяется принятием за точку отсчета средних значений ППС по каждому из оцениваемых признаков у коров, родившихся в определенном году. Базис меняется каждые пять лет. В настоящее

<sup>6</sup> STA – Standard Transmitting Ability.

<sup>7</sup> MACE – Multiple Across Country Evaluation.

<sup>8</sup> Interbull – International Bull Evaluation Service.

время используется базис 2015 г. (основан на средних оценках ППС коров, родившихся в 2010 г.).

#### **Генетические коды**

BL – подтвержденный носитель дефицита адгезии лейкоцитов (BLAD)\*.

TL – подтвержденный неноситель дефицита адгезии лейкоцитов (BLAD)\*\*.

BU – подтвержденный носитель брахиспины (*Brachypina*)\*.

TU – подтвержденный неноситель брахиспины (*Brachypina*).

CV – подтвержденный носитель комплексного вертебрального уродства (CVM)\*.

TV – подтвержденный неноситель комплексного вертебрального уродства (CVM).

CD – подтвержденный носитель дефицита холестерина (HCD)\*.

TC – подтвержденный неноситель дефицита холестерина (HCD).

DP – подтвержденный носитель дефицита активности монофосфат-синтазы (DUMPS)\*.

TO – подтвержденный неноситель дефицита активности монофосфат-синтазы (DUMPS).

MF – подтвержденный носитель *Mulefoot* (копыто мула)\*.

TM – подтвержденный неноситель *Mulefoot* (копыто мула).

PO – комолый, но не тестировался\*\*.

PC – подтвержденный гетерозиготный носитель комолости\*\*.

PP – подтвержденный гомозиготный носитель комолости\*.

TP – подтвержденный неноситель комолости (рогатый).

RC – подтвержденный носитель красной масти\*.

HN1 – подтвержденный носитель гаплотипа фертильности.

HN2 – подтвержденный носитель гаплотипа фертильности.

HN3 – подтвержденный носитель гаплотипа фертильности.

HN4 – подтвержденный носитель гаплотипа фертильности.

HNS – подтвержденный носитель гаплотипа фертильности.

---

\* Носитель рецессивного гена.

\*\* Носитель доминантного гена.

## Индекс для создания идеальной коммерческой коровы ICC\$ [78]

Пять субиндексов ICC\$:

1. **Эффективность производства (PREF\$)**. Сосредоточен на генетических характеристиках, дающих высокопродуктивных коров, отличающихся высокой эффективностью конверсии кормов. Использование этого субиндекса противостоит тенденции увеличения роста животных.

2. **Здоровье (HLTH\$)**. Нацелен на выведение животных с более крепким и устойчивым здоровьем, долго живущих в стаде. Быки, занимающие верхние позиции по этому субиндексу, дают дочерей с правильной упитанностью, низкой соматикой и отличным качеством конечностей. После включения CDCB признаков здоровья, в том числе «Здоровья в транзитный период», селекция по этому субиндексу также приносит снижение процента кетозов, метритов, смещенный сычуга и задержания последов.

3. **Фертильность (FYFT\$)**. Вобрал в себя девять параметров фертильности коров и телок и соответствует требованиям производителей, которые желают сделать упор на эффективность воспроизводства. Результатом выбора быков с высоким значением этого субиндекса становится оптимальный возраст первого отела, сокращение сервис-периода и межотельных интервалов.

4. **Легкость доения (MABL\$)**. Оптимизирует эффективность производства молока за счет создания коров с беспроблемным доением. Субиндекс включает в себя сопротивляемость маститу, скорость молокоотдачи и темперамент при дойке, а также идеальные для промышленного производства сложение и функционирование вымени. Идеальное вымя имеет сильное прикрепление, дно выше уровня скакательного сустава, а также правильное расположение и длину сосков. Выбор быков с использованием этого субиндекса противостоит появляющейся тенденции к укороачиванию сосков.

5. **Легкость отела (CABL\$)**. Сфокусирован на получении живых телят без трудных отелов. Быки с высоким субиндексом «легкость отела» и ICC\$ помогут сократить число случаев родовспоможения и обеспечить легкий переход телок к продуктивной жизни.

## Данные оценки быка голштинской породы, представляемые в каталоге быков-производителей [83]



ACKERLY DAM CLEAR ECHO MONTROSS 3242 ET



**ИНФОРМАЦИЯ О РОДОСЛОВИИ**

ПРЕДИД: АЛБЕРТ МОНТРОСС + ЭМАНУЭЛЬ ФРЕДЕР  
 D: S-S-Holstein 4000-ET  
 1325202023  
 M: Сэм-Энн Монтрос 3242 ET  
 72166020-SP-RO-FOH

**29H018516**  
 NO: 31275818024  
 Д/П: 17/04/2016 AAA/MS  
 РЕССОВЫЙ/МАРОТЫЙ: NET

**ЛИНЕЙНАЯ ОЦЕНКА ЭКОНОМ/П. ОСЕНЬ-2018**

НА 08/18	О дочерей	О отца	± 75% доч.
Тел.	1.54	-1	+2
Качество вымени	2.24		
Качество теленочков	1.31		
Рост	0.74		
Темпоявление	0.73		
Таблица здоровья	-0.04		
Исторический рост	-0.07		
Этот бык/дочерей	1.06		
Среднее отращивание	-0.06		
Длина вымени, над ошейником	-0.17		
Длина вымени, над ошейником	1.10		
Этот вымя/ошейник	1.08		
Качество вымени	1.29		
Легкость окота, вымя	2.42		
Высота холка, процент вымени	2.87		
Среднее тело, процент вымени	2.64		
Среднее вымя	0.37		
Качество вымени/ошейник	2.30		
Качество вымени/ошейник	0.25		
Регулярность ошейника	0.55		
Длина ошейника	-0.32		

**Функциональные признаки: ОСЕНЬ-2018**

Оценка	Дост. №	На вымени	Примечания
Продуцтивная жизнь	+7.0	72	
Легкость окота по быку	7.2	82	
Легкость окота дочерей	4.8	67	
Материнство по быку	7.3	70	
Материнство по дочерям	5.2	62	
Фертильность дочерей, %	+3.0	71	
Кач-во соматических клеток	2.53	75	
Жизнеспособность	+1.8	66	
СМВ фертильность	103	64	
СМВ скорость размножения	100	69	
КМД* фертильность быка	*		
КМД* TransItight	*****		



ARBOR-RED DAM PINE TREE 5202 5040-RED ET



**ИНФОРМАЦИЯ О РОДОСЛОВИИ**

ПРЕДИД: АРБОР + ЭМАНУЭЛЬ  
 "МС" + СМВ ФРЕДЕР + ДАНИЭЛ  
 D: William French ET 602223  
 M: Pine Tree 5202 5040-RED ET  
 7183434-SP-RO

**29H009006**  
 NO: 31321170614  
 100% НА  
 Д/П: 18/10/2015 AAA 2 3 8 DM3  
 РЕССОВЫЙ/МАРОТЫЙ: NET

**ЛИНЕЙНАЯ ОЦЕНКА ЭКОНОМ/П. ОСЕНЬ-2018**

НА 08/18	О дочерей	О отца	± 75% доч.
Тел.	1.78	-1	+2
Качество вымени	2.01		
Качество теленочков	1.19		
Рост	1.15		
Темпоявление	-0.22		
Таблица здоровья	0.02		
Исторический рост	1.16		
Этот бык/дочерей	-0.72		
Среднее отращивание	0.19		
Длина вымени, над ошейником	0.85		
Длина вымени, над ошейником	0.74		
Качество вымени	1.51		
Легкость окота, вымя	2.56		
Высота холка, процент вымени	2.41		
Среднее тело, процент вымени	2.24		
Среднее вымя	0.35		
Качество вымени/ошейник	2.62		
Качество вымени/ошейник	0.59		
Регулярность ошейника	0.43		
Длина ошейника	-1.10		

**Функциональные признаки: ОСЕНЬ-2018**

Оценка	Дост. №	На вымени	Примечания
Продуцтивная жизнь	+5.7	74	
Легкость окота по быку	4.5	81	
Легкость окота дочерей	4.2	67	
Материнство по быку	5.5	70	
Материнство по дочерям	4.8	62	
Фертильность дочерей, %	+4.0	73	
Кач-во соматических клеток	2.86	77	
Жизнеспособность	+3.4	67	
СМВ фертильность	101	70	
СМВ скорость размножения	104	74	
КМД* фертильность быка	N/A		
КМД* TransItight	*****		

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛИ И ПЛЕМЕННОЙ БАЗЫ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА РОССИИ .....	5
1.1. Анализ современного состояния отрасли и рынка молочной продукции .....	5
1.2. Отечественная племенная база.....	15
2. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УЛУЧШЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА МОЛОЧНЫХ ПОРОД .....	45
2.1. Состояние, направление исследований и проблемы отечественной генетики .....	45
2.2. Племенное дело в мировой практике .....	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	79
Литература .....	83
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	92

**Вячеслав Филиппович Федоренко,  
Николай Петрович Мишуров,  
Татьяна Евгеньевна Маринченко,  
Алексей Иванович Тихомиров**

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ  
ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА  
МОЛОЧНЫХ ПОРОД**

*Научный аналитический обзор*

Редактор *М.А. Обознова*  
Обложка художника *П.В. Жукова*  
Компьютерная верстка *Т.С. Ларёвой*  
Корректоры: *В.А. Белова, С.И. Ермакова*

[fgnu@rosinformagrotech.ru](mailto:fgnu@rosinformagrotech.ru)

---

Подписано в печать 28.03.2019      Формат 60×84/16  
Бумага офсетная      Гарнитура шрифта «Times New Roman»      Печать офсетная  
Печ. л. 6,75      Тираж 500 экз.      Изд. заказ 19      Тип. заказ 126

---

Отпечатано в типографии ФГБНУ «Росинформагротех»,  
141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

**ISBN 978-5-7367-1476-6**



9 785736 714766 >

# ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МИНСЕЛЬХОЗА РОССИИ

Информационный бюллетень Минсельхоза России выпускается ежемесячно тиражом более 4000 экземпляров и распространяется во всех регионах страны, поступает в органы управления АПК субъектов Российской Федерации. В журнале публикуются материалы информационно-аналитического характера о деятельности Министерства по реализации государственной аграрной политики, отражаются приоритеты, цели и направления развития сельского хозяйства и сельских территорий, материалы о мероприятиях, проводимых с участием первых лиц государства по вопросам развития отрасли, освещается ход реализации Госпрограммы на 2013-2020 годы.

Вы прочтете проблемные статьи и интервью с руководителями регионов, ведущими учеными-аграрниками, руководителями сельхозпредприятий и фермерами. Широко представлены новости АПК регионов.

В приложении к Информационному бюллетеню публикуются официальные документы – постановления Правительства России, законодательные и нормативные акты по вопросам АПК, приказы Минсельхоза России.

**Подписку можно оформить через Роспечать (индекс 37138) и редакцию с любого месяца и на любой период, перечислив деньги на наш расчетный счет. Стоимость подписки на 2019 г. с учетом доставки по Российской Федерации – 4512 руб. с учетом НДС (10%); 376 руб. с учетом НДС (10%) за один номер.**

Банковские реквизиты: УФК по Московской области (Отдел №28 Управления Федерального казначейства по МО) ИНН 5038001475 / КПП 503801001 ФГБНУ «Росинформагротех», п/с 20486Х71280, р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России по ЦФО БИК 044525000 в назначении платежа указать

**Журнал уже получают тысячи сельхозтоваро-производителей России и стран СНГ**

В Информационном бюллетене Минсельхоза России Вы можете разместить свои аналитические и рекламные материалы, соответствующие целям и профилю журнала. Размещение рекламы можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех» перечислив деньги на наш расчетный счет.

Телефоны для справок: 8 (496) 531-19-92,  
(495) 993-55-83,  
(495) 993-44-04.

Факс 8 (496) 531-64-90

e-mail: [market-fgnu@mail.ru](mailto:market-fgnu@mail.ru), [ivanova-fgnu@mail.ru](mailto:ivanova-fgnu@mail.ru)



