

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МЯСНОГО И МОЛОЧНОГО СКОВОДСТВА

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД

Руководитель авторского коллектива
и ответственный редактор: *И.Г. Дежина*



Москва 2022

УДК 636.03
ББК 46.0я31
Т 38

Рецензент:

Зиновьева Наталья Анатольевна – д-р биол. наук,
профессор, академик РАН, директор
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр
животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

**Руководитель авторского коллектива
и ответственный редактор:**

Дежина Ирина Геннадиевна – д-р экон. наук, руководитель
Аналитического департамента научно-технологического развития
Сколковского института науки и технологий (Сколтех)

Авторский коллектив:

Дежина Ирина Геннадиевна – д-р экон. наук, руководитель Аналитического департамента научно-технологического развития Сколковского института науки и технологий (Сколтех) (введение, раздел 2 (в соавторстве с А.Г. Арутюняном), раздел 4 (в соавторстве с А.Г. Арутюняном, Т.Р. Гареевым, П.В. Зелёным и Р.С. Куликовым), заключение (в соавторстве с Р.С. Куликовым));

Арутюнян Арутон Гамлетович – канд. экон. наук, аналитик Аналитического департамента научно-технологического развития Сколковского института науки и технологий (Сколтех) (раздел 1 (в соавторстве с П.В. Поляковым), раздел 2 (в соавторстве с И.Г. Дежиной), раздел 3, раздел 4 (в соавторстве с Т.Р. Гареевым, И.Г. Дежиной, П.В. Зелёным и Р.С. Куликовым));

Поляков Петр Владимирович – старший эксперт по сертификации и аналитическим проектам Ассоциации индустриальных парков России (раздел 1 (в соавторстве с А.Г. Арутюняном));
Гареев Тимур Рустамович – канд. экон. наук, заместитель руководителя Аналитического департамента научно-технологического развития Сколковского института науки и технологий (Сколтех) (раздел 4 (в соавторстве с А.Г. Арутюняном, И.Г. Дежиной, П.В. Зелёным и Р.С. Куликовым));

Куликов Роман Сергеевич – канд. мед. наук, заместитель руководителя Цифровой агролаборатории Сколковского института науки и технологий (Сколтех) (раздел 4 (в соавторстве с А.Г. Арутюняном, Т.Р. Гареевым, И.Г. Дежиной и П.В. Зелёным), заключение (в соавторстве с И.Г. Дежиной));

Зелёный Павел Валерьевич – аналитик Аналитического департамента научно-технологического развития Сколковского института науки и технологий (Сколтех) (раздел 4 (в соавторстве с А.Г. Арутюняном, Т.Р. Гареевым, И.Г. Дежиной и Р.С. Куликовым))

Т 38

Технологическая трансформация мясного и молочного скотоводства: Аналитический доклад / Рук. авт. кол. и отв. ред. И.Г. Дежина. – М.: Издательство «Спутник +», 2022. – 234 с.

ISBN 978-5-9973-6182-2

Настоящая книга посвящена анализу и обобщению экономических и технологических аспектов развития молочного и мясного скотоводства в России, начиная с позднесоветского периода, и обоснованию перспектив развития по ряду критически важных для страны направлений.

В данной работе рассматриваются четыре основные технологические группы – биотехнологии, ветеринария, кормопроизводство и технологии «умной фермы». На основе межстрановых сопоставлений и патентного анализа показано, что критическая импортозависимость характерна для технологий, входящих в группу биотехнологий и технологий «умной фермы», при недостаточном развитии перспективных направлений ветеринарии и кормопроизводства в России. Определены барьеры и перспективные инструменты развития выделенных технологических направлений.

Книга предназначена для специалистов в отрасли сельского хозяйства, ученых, маркетологов и студентов.

УДК 636.03
ББК 46.0я31

Отпечатано с готового оригинал-макета.

ISBN 978-5-9973-6182-2

© Сколтех, 2022

Содержание

6	Введение	54	Раздел 2. Развитие технологий скотоводства в России
10	Раздел 1. Технологическое развитие отрасли мясного и молочного скотоводства	54	2.1. Структура и динамика отрасли
10	1.1. Структура отрасли мясного и молочного скотоводства	63	2.2. Основные отечественные разработчики и пользователи технологий
10	Отрасль животноводства	63	Организации – разработчики технологий
12	Структура подотрасли скотоводства	64	Компании – пользователи технологий
14	Мясное скотоводство	66	2.3. Периодизация развития отечественных технологий
17	Молочное скотоводство	66	Разработка технологий
19	Породы крупного рогатого скота как фактор производительности	77	Деятельность по внедрению технологий
22	Структура стада	83	2.4. Государственная политика по развитию технологий скотоводства
25	1.2. Технологическая структура отрасли скотоводства	96	Раздел 3. Современные технологии скотоводства
25	Типология хозяйств	98	3.1. Биотехнологии
31	Цепочки создания добавленной стоимости	98	Геномная селекция
39	1.3. Основные технологические сдвиги		

104	Репродуктивные технологии	160	4.4. Организации – лидеры патентования
109	Генная инженерия и геномное редактирование	162	4.5. Патентная активность в России
112	3.2. Ветеринарные технологии	167	Заключение. Потенциал развития технологий скотоводства в России
112	Биотехнологические методы	167	Научные заделы
117	Ветеринарная фармацевтика	170	Актуальные направления развития
125	3.3. Кормопроизводство	172	Барьеры
125	Заготовка кормов	178	Приложение 1. Российские организации – разработчики технологий
130	Новые корма	180	Приложение 2. Крупнейшие российские компании – пользователи технологий
136	3.4. «Умная ферма»	183	Приложение 3. Сравнение патентных баз
137	Технологии роботизации фермы	184	Приложение 4. Ключевые слова для патентного анализа
143	Цифровизация, системы мониторинга и управления	188	Приложение 5. Динамика патентования по технологическим направлениям
149	Раздел 4. Патентный анализ технологий	191	Приложение 6. Основные организации-патентообладатели
150	4.1. Методика формирования выборки		
154	4.2. Динамика патентования		
157	4.3. Сравнительная патентная активность по странам мира		

- 193** Приложение 7.
Патентование по отдельным
технологиям скотоводства
в России
- 196** Глоссарий
- 202** Список использованных
источников

Введение

Животноводство наряду с растениеводством является одной из главных сельскохозяйственных отраслей. С технологической точки зрения животноводство долгое время оставалось достаточно консервативной отраслью. Динамичное развитие началось в XX в., когда рост животноводческой продукции стал достигаться за счет разработки и внедрения научно обоснованных норм и рационов кормления, использования новых лекарственных средств и развития новых методов генетического совершенствования животных. Однако в странах с низким уровнем технологического развития животноводство оставалось экстенсивным: рост продукции достигался за счет увеличения поголовья животных, расширения территорий пастбищ и подобных мер.

В XXI в. появились принципиально новые технологии в медицине и биологии, а также в области информационно-телекоммуникационных систем, и это повлияло на развитие животноводства. В частности, применение цифровых технологий способствовало автоматизации и роботизации процессов производства и логистики, что особенно актуально для такой трудоемкой сферы, как сельское хозяйство. С развитием машинного обучения, систем анализа *Big Data*, Интернета вещей, облачных технологий, систем мониторинга и др. открылись новые возможности для еще большей интенсификации животноводства, создания «умных ферм», частичной, а затем и полной автоматизации животноводческой логистики.

Наряду с цифровизацией другим мощным стимулом развития современного животноводства стали новейшие биотехнологии (генетические исследования и разработки, геномная селекция, создание новых лекарств, биоинженерия, трансплантация эмбрионов и мн. др.). Биотехнологии для производства и кормления животных среди прочего основаны на использовании микроорганизмов, производимых с помощью технологии рекомбинантной ДНК. Такие технологии используются для повышения точности диагностики и контроля заболеваний, а также лечения животных.

Россия пока отстает в применении новых технологий в животноводстве, несмотря на растущее внимание государства к этой отрасли. В частности, в последние годы направления и меры развития животноводства были отражены в указах Президента России (в том числе в Указе Президента РФ от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства», Указе Президента РФ от 28 ноября 2018 г. № 680 «О развитии генетических технологий в Российской Федерации»), а также в государственных программах и проектах (таких как Приоритетный национальный проект «Развитие АПК» (2006–2007), Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг., Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. и др.). Поставлена задача полного обеспечения внутреннего рынка отечественным конкурентоспособным продовольствием, а в долгосрочной перспективе Россия должна стать крупнейшим экспортером качественных продуктов питания. Решение этих задач невозможно без технологического рывка, который необходимо осуществить по целому спектру научно-технологических направлений. Внутри животноводства технологическое развитие наиболее актуально для мясного и молочного скотоводства, где пока успехи развития скромнее, чем в ряде других животноводческих отраслей. Поэтому именно данное направление животноводства является главным объектом внимания в настоящем аналитическом докладе в аспекте развития и внедрения инновационных технологий.

Целью доклада являются установление тенденций технологического развития в сфере мясного и молочного скотоводства в России и мире, оценка сравнительных позиций России по различным видам технологий, а также определение перспективных и первоочередных направлений технологического развития.

В работе ставились следующие задачи:

- показать место технологий скотоводства в России и мире, включая текущие и перспективные рынки;
- проанализировать российский опыт государственной поддержки данной отрасли животноводства;

- структурировать комплекс технологий в области молочного и мясного скотоводства и оценить уровень их развития;
- проанализировать ход работ по совершенствованию и внедрению этих технологий в России и за рубежом;
- оценить динамику развития технологических направлений в области скотоводства в России и мире на основе патентного анализа;
- сформировать предложения для развития технологий молочного и мясного скотоводства в России с учетом существующих научных, технологических и институциональных барьеров.

Доклад состоит из введения, четырех разделов, заключения, семи приложений, глоссария и списка использованных источников.

В *первом разделе* рассматриваются современная структура и технологические сдвиги в мировом мясном и молочном скотоводстве, а также факторы, влияющие на производительность данной отрасли.

Во *втором разделе* анализируется структура и динамика развития скотоводческой отрасли в России в исторической перспективе – от периода СССР до настоящего времени, а также предлагается периодизация смены в стране технологий мясного и молочного скотоводства.

В *третьем разделе* подробно описываются современные технологии, применяемые в мировом мясном и молочном скотоводстве, структурированные по четырем укрупненным категориям – биотехнологиям, ветеринарным технологиям, кормопроизводству, технологиям «умной фермы».

Четвертый раздел посвящен патентному анализу технологий мясного и молочного скотоводства в России и мире на основе динамического исследования трех периодов – 2006–2010 гг., 2011–2015 гг., 2016–2020 гг. – с использованием данных патентной базы *The Lens*. Показаны тенденции патентования, включая изменения по странам и ведущим организациям, выявлены современные «точки технологического роста».

В *заключении* на основе проведенного исследования определяются потенциал и главные направления развития современных

технологий мясного и молочного скотоводства в России, исходя из выявленных актуальных тенденций, с учетом имеющихся научных и технологических заделов, а также существующих научных, технологических и институциональных барьеров.

В *гlossарии* приводятся определения наиболее важных терминов, используемых в докладе.

В докладе показано, что в России технологическое развитие в области мясного и молочного скотоводства отличается от мировых тенденций. Отставание наблюдается в первую очередь в самых перспективных и быстроразвивающихся направлениях – биотехнологиях и технологиях «умной фермы». Вместе с тем научные заделы есть в области создания вакцин, витаминов и пробиотиков для крупного рогатого скота. В кормопроизводстве потенциал развития имеется в области технологий консервирования кормов и создания комбикормов. В качестве критически важных для обеспечения импортнезависимости и продовольственной безопасности страны определены такие направления, как геномная селекция и репродуктивные биотехнологии (искусственное осеменение, трансплантация эмбрионов), которые необходимы для улучшения генетического потенциала отечественного крупного рогатого скота, а также внедрение индексной селекции, основанной на разработке российского индекса племенной ценности.

Раздел 1.

Технологическое развитие отрасли мясного и молочного скотоводства

1.1. Структура отрасли мясного и молочного скотоводства

Отрасль животноводства

Отрасль животноводства связана с разведением сельскохозяйственных животных в целях получения животноводческих продуктов. Животноводство тесно связано с растениеводством через сферу кормопроизводства, а также с производством побочной продукции (например, кожи, шерсти и т.д.).

Согласно определению экспертов Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (*Food and Agriculture Organization* (далее – *FAO*)), животноводческое производство занимает центральное место в развитии продовольственных систем и отличается особой динамичностью и комплексным характером, оказывая прямое влияние на такие аспекты, как спрос на животные корма, интенсификация производства на уровне сельскохозяйственных предприятий, доходы фермеров, землепользование, а также питание и здоровье населения [1. 1].

Отрасль животноводства включает девять подотраслей – скотоводство (выращивание крупного рогатого скота), овцеводство, козоводство, птицеводство, свиноводство, коневодство, оленеводство, пушное зверопроизводство и пчеловодство. Следует отметить, что пчеловодство было отнесено к отрасли животноводства в Российской Федерации в 2006 г. Согласно *FAO*, пчеловодство и разведение насекомых не входят в животноводческую отрасль, поскольку под животноводством понимается процесс разведения только наземных домашних животных в целях производства пищевых продуктов [1. 1].

Данная работа посвящена только подотрасли скотоводства, анализируемой с точки зрения технологий, которые связаны с выращиванием мясного и молочного крупного рогатого скота. Крупный рогатый скот – взрослые (коровы и быки) и молодые (телки и бычки) парнокопытные, жвачные особи подсемейства бычьих (*Bovinae*). Входящие в тот же таксон буйволы, бизоны, бантенги, гаялы, яки, а также их гибриды не рассматриваются из-за того, что в России они практически не выращиваются. Поскольку скотоводство подразделяется на два основных направления – молочное и мясное, то далее *будет использоваться термин «мясное и молочное скотоводство»*. Следует отметить, что есть также комбинированное (мясо-молочное или молочное-мясное) скотоводство, которое распространено в основном в странах с более экстенсивным характером данной подотрасли¹.

Актуальность для России темы технологий, используемых в скотоводстве, обусловлена тем, что пока мясное и молочное скотоводство развивается здесь медленно, уступая по темпам роста свиноводству и птицеводству [1.2]. Низкие объемы продуктивности мясного крупного рогатого скота в России стимулируют импорт готовой говядины. По данным Министерства сельского хозяйства РФ, в 2019 г. почти треть потребляемой говядины в стране приходилась на импорт [1.3]. В российском молочном скотоводстве высокая себестоимость производства, вследствие чего номинальные закупочные цены на сырое молоко постоянно растут. В 2015 г. они составляли 21,7 руб/кг, а в 2019 г. – уже 26,2 руб/кг (т.е. выросли приблизительно на 17%) [1.4], что несколько выше уровня инфляции за этот же период (15%).

Основными барьерами, сдерживающими развитие молочного и мясного скотоводства в России, являются высокие затраты на корма и энергию, низкая производительность труда по сравнению с развитыми странами. Большие расходы на производство продукции во многом обусловлены низким уровнем технической оснащенности, что не позволяет применять ресурсосберегающие технологии. В целом по отрасли сохраняется низкая рентабельность производства продукции (уровень рентабельности, включая

¹ Таким, например, было скотоводство в СССР.

субсидии, составляет до 10% в целом по животноводству в РФ), а производство говядины убыточно для небольших хозяйств с неразвитыми технологиями [1.5]. Отчасти данные проблемы можно решить за счет перехода на инновационные технологии, в том числе принимая во внимание опыт развитых стран. Кроме того, рост производительности скотоводства является одним из существенных аспектов обеспечения продовольственной безопасности России.

Существуют четыре основные системы скотоводства: кочевое, полукочевое, пастбищное и стойловое. Их выбор зависит от многих факторов – как природно-климатических, так и социально-исторических. Они сильно различаются по интенсивности хозяйствования и возможностям применения в них инновационных технологий. Стойловая система является самой интенсивной, с большей возможностью применения инновационных технологий и с меньшей зависимостью от сезонности. Поэтому потенциал развития технологий мясного и молочного скотоводства связан в первую очередь со стойловой системой.

Структура подотрасли скотоводства

Согласно данным *FAO*, в 2018 г. мировое поголовье крупного рогатого скота составило 1,49 млрд голов. В 2010–2018 гг. наблюдался его стабильный рост: за этот период оно увеличилось на 5,5% (рис. 1.1).

Основной рост поголовья пришелся на развивающиеся страны, где скотоводство более экстенсивное. В итоге его большая часть сегодня сосредоточена в Бразилии (213,3 млн голов), Индии (188 млн голов), Китае (64,4 млн голов) и Аргентине (51,1 млн голов). Как общую тенденцию можно отметить то, что в этих странах рост объемов производства связан с увеличением поголовья скота. Например, в Бразилии его рост в период 1992–1998 гг. составил 38%, а в африканских странах, таких как Нигер, Чад и Уганда, – 318%, 284% и 203% соответственно. Это одни из самых высоких темпов роста в мире. В России начиная с 90-х годов поголовье крупного рогатого скота неуклонно сокращалось – с 49 млн в 1992 г. до 18,3 млн в 2018 г. [1.6].

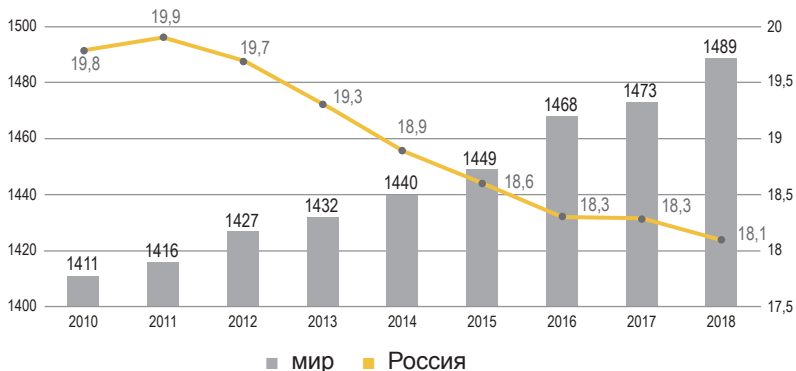


Рисунок 1.1. Динамика поголовья крупного рогатого скота в мире и в России (2010–2018), млн голов
 Источник: [1.6, 2.1]

В развитых странах объемы производства растут за счет увеличения продуктивности одного животного. Среди них крупнейшее поголовье было в США – около 92 млн голов [1.6]. Это связано с размерами территории страны, а также с исторически важной ролью, которую играло здесь выращивание крупного рогатого скота. Кроме того, в США росла численность животноводческих хозяйств, которые перестали заниматься растениеводством, что свидетельствует об изменениях в специализации ферм [1.7]. Общее поголовье крупного рогатого скота в США в 1992–2018 гг. уменьшилось на 3%, а производительность выросла на 18% [1.8]. Это связано с увеличением рентабельности производства говядины благодаря развитию генетики и широкому применению инновационных технологий в мясном скотоводстве. В Европейском союзе (далее – ЕС) за тот же период поголовье крупного рогатого скота, согласно *FAO*, уменьшилось на 18%. Это обусловлено постепенным снижением маржинальности молочного скотоводства, а также введением молочных квот (ограничениями на производство молока). Они действовали в период 1984–2015 гг. для предотвращения скачков цен и перепроизводства и были отменены вследствие недостаточной эффективности.

Мясное скотоводство

Говядина превосходит по стоимости мясо птицы и свинину в силу специфики выращивания мясного скота (меньшее количество потомства, более медленный рост телят, особенности кормления, содержания и т.д.), что обуславливает более высокие издержки и потому более высокую цену на мясо. Соответственно, это снижает спрос.

Однако с ростом доходов населения, особенно в развивающихся странах, мировой спрос на нее за последнее десятилетие стал увеличиваться, что, в свою очередь, стало стимулом для развития данного направления скотоводства во многих странах мира.

Традиционно выращивание мясного крупного рогатого скота является основным направлением скотоводства во многих регионах, например в странах Южной Америки (Аргентине, Бразилии, Уругвае, Парагвае), а также в США, Австралии и Канаде.

В период 1992–2018 гг. мировым лидером по производству говядины были США, Бразилия и Китай (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Топ-10 стран – лидеров по производству говядины (1992–2018), млн т

1992		1998		2008		2018	
<i>Мир</i>	55,1	<i>Мир</i>	57,1	<i>Мир</i>	66,1	<i>Мир</i>	72,0
США	10,4	США	11,6	США	12,0	США	12,2
Бразилия	4,7	Бразилия	5,8	Бразилия	9,0	Бразилия	9,9
Россия	3,6	Китай	4,0	Китай	5,8	Китай	6,0
Аргентина	2,8	Аргентина	2,5	Аргентина	3,0	Аргентина	3,1
Франция	1,9	Россия	2,6	Австралия	2,0	Австралия	2,2
Австралия	1,8	Австралия	2,0	Россия	1,8	Мексика	2,0
Германия	1,8	Франция	1,6	Мексика	1,8	Россия	1,6
Украина	1,7	Мексика	1,5	Франция	1,5	Франция	1,4
Китай	1,6	Канада	1,5	Канада	1,5	Канада	1,2
Мексика	1,4	Германия	1,4	Индия	1,0	Индия	1,0

Источник: составлено авторами на основе данных из [1.6, 1.8]

В ЕС до 2013 г. производство говядины ежегодно стабильно уменьшалось, особенно в странах-лидерах (Франции и Германии). В 2013–2016 гг. здесь стал прослеживаться рост производства говядины (на 5% за указанный период) [1.9]. Франция, Германия, Нидерланды, Ирландия и другие европейские страны (в том числе новые страны ЕС – Польша, Румыния и т.д.) стали наращивать производство. Факторами роста послужили, во-первых, увеличение спроса на местном рынке и особенно в развивающихся странах (в первую очередь Азиатско-Тихоокеанского региона), во-вторых, желание европейских государств увеличить свое присутствие на мировом рынке.

В целом во всем мире за период 1992–2018 гг. производство говядины увеличилось почти на 30%. Наибольший прирост производства был в Китае и Бразилии (табл. 1.2), что объясняется большим поголовьем крупного рогатого скота в этих странах (Бразилия занимает первое место в мире по поголовью, Китай – четвертое). В России за указанный период произошло серьезное

Таблица 1.2. Прирост / падение производства говядины в странах – лидерах по объемам производства (1992–2018), %

Страны	Прирост в 2018 г. по сравнению с 2008 г.	Прирост в 2018 г. по сравнению с 1992 г.
<i>Мир</i>	9	30
Китай	4	275
Бразилия	10	110
Мексика	11	43
Австралия	4	24
США	2	18
Аргентина	– 2	10
Индия	0	0
Канада	– 6	– 8
Франция	– 2	– 22
Россия	– 9	– 56

Источник: [1.6, 1.8]

сокращение производства мяса – на 56%. Соответственно, возрос импорт готовой говядины. По данным Министерства сельского хозяйства РФ, в 2019 г. почти треть потребляемой говядины в стране приходилась на импорт [1.3].

Наибольшая эффективность производства говядины (по убойному весу крупного рогатого скота в кг на одно животное) в 1992–2018 гг. наблюдалась в США, Канаде и Франции (табл. 1.3). За это время значительно увеличилась продуктивность производства говядины в Бразилии благодаря росту отрасли в стране и внедрению инновационных технологий. Несмотря на слабое развитие в России мясного скотоводства в современном его понимании, она по данному показателю опережает Китай и Индию. Названные страны характеризуются большим поголовьем крупного рогатого скота при слабой интенсификации скотоводства.

Таблица 1.3. Производительность по убойному весу крупного рогатого скота в кг на одно животное в странах – лидерах по объемам производства (1992–2018)

Страны	Убойный вес мяса в кг на одно животное (в расчете на все поголовье крупного рогатого скота)		
	1992	2008	2018
США	319,4	360,3	362,0
Канада	278,7	339,1	335,0
Франция	231,0	243,2	303,7
Австралия	203,3	210,6	278,1
Бразилия	192,6	220,7	250,0
Мексика	205,9	172,0	245,7
Аргентина	219,1	204,6	230,5
Россия	180,7	188,7	201,5
Китай	157,5	139,9	151,4
Индия	97,9	101,5	108,7

Источник: составлено авторами на основе данных из [1.6, 1.8]

Темпы прироста производительности по убойному весу в России увеличивались: если за период 1992–2008 г. производительность выросла на 4,4%, то за следующие 10 лет – на 6,7%. Несмотря на этот позитивный тренд, собственно темпы прироста по сравнению с другими странами были невысокими (например, за период 2008–2018 г. производительность во Франции увеличилась почти на 25%, в Австралии – на 32%).

Молочное скотоводство

Производство молока в мире (рис. 1.2) увеличилось с 700 млн т в 2008 г. до 841 млн т в 2018 г. Росту способствовало в первую очередь увеличение производства ключевых молочных продуктов (сыра, творога, мороженого и пр.) в развитых странах, а во вторую – рост потребления в Индии и Китае.

В Индии рост потребления обусловлен увеличением спроса на молочные продукты, возникшим вследствие высоких темпов урбанизации. При этом рост производства молока был обеспечен постепенно увеличивающимся применением новых технологий (например, искусственного осеменения и др.) [1.11].

Большие объемы производства молока не всегда означают, что страна экспортирует эту продукцию [1.12]. В России объем производства молока в 2018 г. составил 30,6 млн т. В 2019 г. наблюдался его незначительный рост по сравнению с предыдущим годом [1.11] благодаря крупным современным хозяйствам, внедряющим новые технологии и импортирующим высокопроизводительный скот из ЕС. В средних и малых хозяйствах происходило снижение продуктивности.

Уровень продуктивности молочного скотоводства зависит от технологий производства, эффективность которого рассчитывается по количеству молока в год, получаемого от одного животного. По данному параметру лидируют развитые страны с современным и высокотехнологичным молочным скотоводством: Израиль, Канада, США и Дания (рис. 1.3). В России средний удой на корову вдвое меньше, чем в Канаде. Однако это вдвое выше среднемирового уровня, который в 2018 г. составлял около 2300 кг молока на животное в год [1.13].

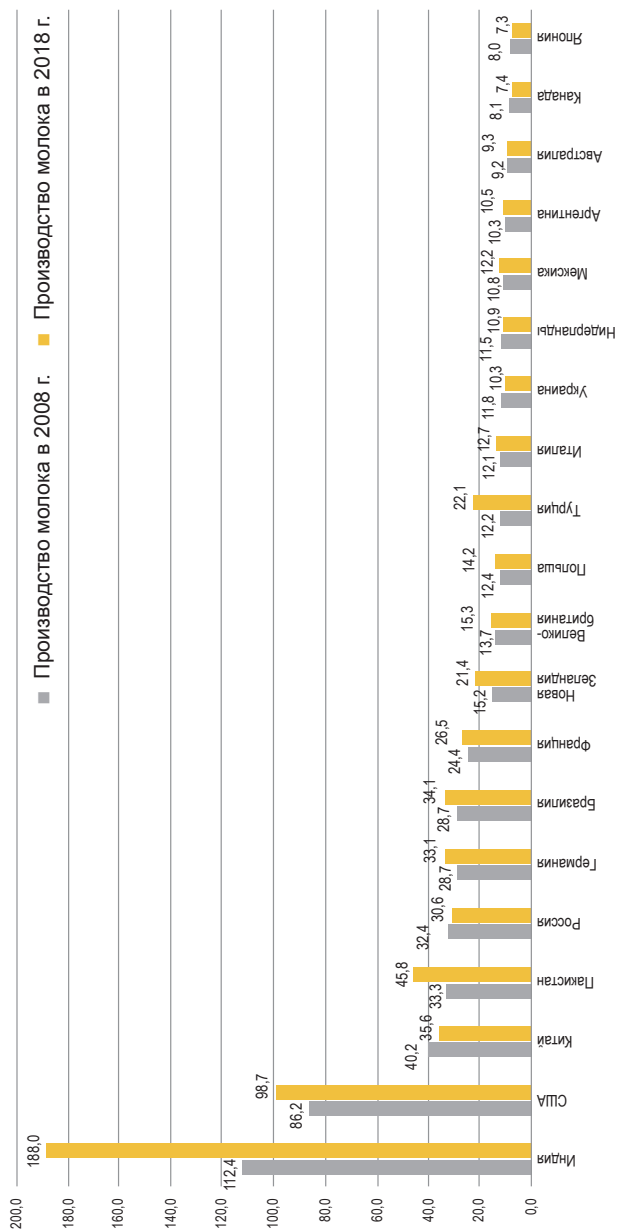


Рисунок 1.2. Производство молока в странах-лидерах (2008 и 2018 гг.), млн т
 Источник: [1.08]

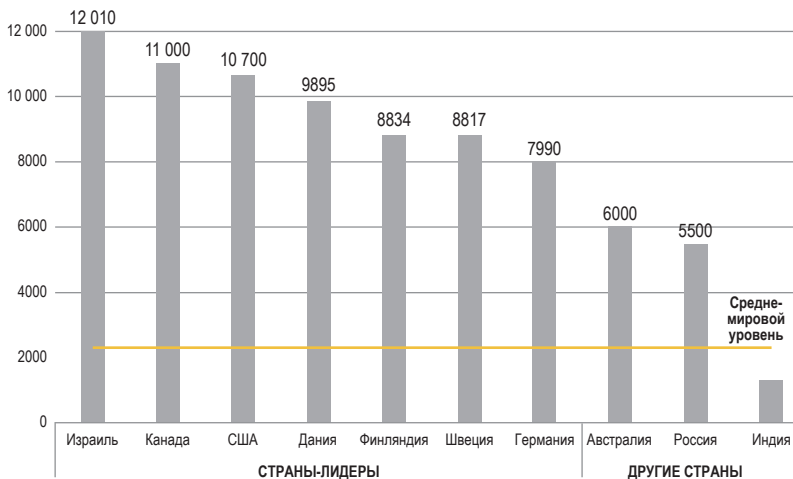


Рисунок 1.3. Среднегодовой надой молока на корову по странам (2018 г.), кг

Источник: составлено авторами на основе данных из [1.8, 1.14, 1.15]

Породы крупного рогатого скота как фактор производительности

Фактором повышения производительности хозяйств выступают не только новые технологии, но и используемые породы крупного рогатого скота, которые различаются характеристиками (продуктивностью, устойчивостью к заболеваниям, технологичностью, поведением и т.д.), обусловленными генотипами (генетическими данными). Породы, используемые в сельскохозяйственном производстве, появились в результате долгой, целенаправленной и дорогостоящей селекции. Селекция в США и Канаде отличалась от других стран тем, что там крупный рогатый скот целенаправленно выводили по параметру наибольшей продуктивности (величине удоя, живой массе) при слабом отборе по жиромолочности молока и другим параметрам. Например, в XIX в. на основе селекции и улучшения характеристик голландской породы там была выведена американская голштинская порода.

Племенная база большинства стран была сформирована с помощью высокопродуктивных пород (в первую очередь голштинской и герефордской), завезенных в основном из Северной Америки и Великобритании и скрещенных с местными аборигенными породами. Самой распространенной породой молочного направления в мире стала голштинская порода. На сегодняшний день ее разводят во многих странах мира и завозят в Россию. Быков голштинской породы через скрещивание используют для увеличения производительности других пород и для получения более производительных пород молочного крупного рогатого скота. Например, в России в результате скрещивания этой породы с симментальской породой появилась красно-пестрая молочная порода. Данный процесс получил название голштинизации пород [1.16, 1.17].

Одной из наиболее распространенных мясных пород является герефордская порода, которая была выведена в XIX в. в Великобритании, а затем стала экспортироваться в более чем 50 стран мира, получив широкое распространение от США до Австралии [1.18].

Помимо молочных и мясных пород есть также универсальные (комбинированные) породы крупного рогатого скота. В их число входит большинство традиционных пород, в том числе советских. Данный тип в силу своей универсальности уступает по производительности специализированным породам. Самой распространенной породой указанной группы является симментальская порода, выведенная в Швейцарии несколько веков назад. В Россию скот симментальской породы впервые начал поступать в начале XIX в. [1.19].

Чистопородный крупный рогатый скот разводят в специальных племенных организациях, где ведут *племенную работу*. Это мероприятия, направленные на улучшение наследственных качеств разводимых пород крупного рогатого скота, повышение их продуктивности. В России все племенные (т.е. чистокровные) животные получают государственную регистрацию и племенное свидетельство, подтверждающее их происхождение и качество. Такое же свидетельство выдается на племенной материал (эмбрионы коров и семя быков-производителей).

Все это делается для учета государством чистоты пород и продуктивности [1.20].

Племенная работа в мясном и молочном скотоводстве имеет свои особенности.

Для молочного скотоводства необходимы коровы, пригодные для интенсивного использования на механизированных комплексах. Для этого проводится стандартизация коров по живой массе, продуктивности, скорости молокоотдачи, жиромолочности. Существенны и такие параметры, как пригодность вымени к машинному доению, здоровье (склонность к хромоте и маститу). Масса взрослых коров должна составлять 500–600 кг.

Для мясного скотоводства необходимы крупные и широкотелые особи с большой скоростью набора мышечной массы, которые более выгодны экономически [1.21].

По степени развития необходимых качеств и соответствия характеристикам породы выделяют следующие категории крупного рогатого скота:

- *племенной скот* – чистокровные животные, обладающие необходимой родословной, крепким здоровьем, являющиеся ценным генетическим материалом, который обеспечивает наличие качественного потомства. Они составляют племенное ядро стада, от которого получают молодняк. Особи, не отвечающие требованиям племенного скота, переводятся в продуктивный скот¹;
- *товарный скот* – это животные, которые по продуктивным качествам не соответствуют требованиям, выбраковываются из стада продуктивного скота и используются для откорма и последующего убоя на мясо. Товарный скот не допускается к размножению [1.22].

Из получаемого потомства отбирают лучших животных для использования в воспроизводстве стада – ремонтный молодняк. Это потомство племенного скота, которое используется для «ремонта стада» – его пополнения молодыми особями вместо выбывших или для увеличения поголовья.

¹ Продуктивный скот – это производительный скот, который разводится на фермах для получения продуктов животноводства.

Структура стада

Продуктивность скотоводческого хозяйства связана не только с использованием технологий, но и с правильно подобранной структурой стада. Оптимальная численность поголовья и структура стада вместе с высокой специализацией хозяйств позволяют наилучшим образом использовать технологии, минимизируя затраты.

Под *структурой стада* понимается процентное соотношение количества животных разных половых и возрастных групп с общим поголовьем стада. В молочном и мясном скотоводстве структура разная. Есть также понятие оборота стада: это изменение состава его возрастных и половых групп на протяжении определенного календарного срока, которое проводится в соответствии с задачами, поставленными перед хозяйством, с учетом естественных условий воспроизводства стада.

Различают следующие виды крупного рогатого скота в стаде:

- коровы;
- нетели;
- телки старше одного года;
- телки до года;
- бычки до года;
- бычки старше года;
- взрослые быки.

Структура стада во многом зависит от его хозяйственного назначения (племенное, репродуктор или товарное), а также от направления продукции (молочное, мясное, комбинированное). Например, в племенных стадах доля молодняка обычно выше, чем в товарных. В специализированных репродукторах, где выращивают нетелей и передают в товарные хозяйства, стада состоят в основном из телок и нетелей разных возрастов. В молочных хозяйствах стадо состоит преимущественно из коров; молодняк передается в хозяйства-репродукторы или в хозяйства по выращиванию и откорму скота [1.23].

Для поддержания оптимальных размеров и структуры стада, а также обеспечения его правильного воспроизводства важную роль играет выбраковка крупного рогатого скота. Под *выбра-*

ковкой понимают выбытие из стада низкопроизводительного скота (мастит, хромота, яловость и т.д.). Скот основного стада периодически выбраковывается также по причине возраста и снижения продуктивности. После выбраковки животные продаются мясозаготовительным организациям или в розничном сегменте.

Основным фактором, определяющим структуру как молочного, так и мясного стада, является коэффициент выбраковки коров. Выбраковка бывает двух видов: зоотехническая и ветеринарная. Первая является частью селекционной работы, а вторая проводится в случае болезней, когда лечение скота нецелесообразно экономически. Это касается в основном таких широко распространенных болезней у коров, как хромота и мастит. Здоровье ног и копыт у коров – важный фактор для производительности: от него зависит молочная продуктивность и продолжительность использования животных на ферме [1.24]. Лечение хромоты является очень долгим и затратным, поэтому таких животных чаще выбраковывают.

Выбраковка должна проводиться на экономически оптимальном уровне. При высоком уровне выбраковки коров быстро происходит смена поколений и может улучшаться генетический потенциал. Однако есть и негативные последствия, заключающиеся в низкой пожизненной продуктивности и окупаемости затрат на выращивание и получение продукции. Например, при выбраковке в 15% средний возраст коров в стаде составляет 6,6 отелов, 20% – 5 отелов, 25% – 4 отела, 30% – 3,3 отела, 35% – 2,9 отелов, 40% – 2,5 отела [1.25].

При высоком уровне выбраковки падает общая рентабельность хозяйства, нарушается воспроизводство стада. Поэтому для воспроизводства молочного стада за счет собственных ресурсов коэффициент выбраковки должен быть не более 25% [1.26]. Таким образом, оптимальный размер стада поддерживается с выбраковкой до 25% животных в год с их заменой на нетелей [1.27].

При планировании воспроизводства проводят выбраковку яловых, старых, больных, низкопродуктивных особей. Основная задача при организации воспроизводства стада в мясном хозяй-

стве – ежегодное получение от каждой коровы жизнеспособного теленка [1.28].

Для минимизации потерь в хозяйствах и поддержания животных в хорошей форме необходимы их полноценное кормление и комфортные условия содержания.

В молочном и мясном стаде на 30 коров обычно достаточно одного высокопородного двух-трехлетнего быка-производителя (табл. 1.4). При искусственном осеменении потребность в наличии быка отпадает.

Таблица 1.4. Оптимальная нагрузка на быка-производителя

Возраст и живая масса быка	Число коров (телок) на одного быка, голов
Однолетний бык до 400 кг	8–9
Однолетний бык свыше 400 кг	10–20
Двухлетний бык	20–30
Бык трех лет и старше	30–40

Источник: [1.29]

В среднестатистическом *молочном* стаде, обеспечивающем оптимальное воспроизводство, коровы и нетели (стельные коровы) вместе составляют 70% (рис. 1.4). Около 27% приходится на ремонтный молодняк (телок разного возраста), которые заменят выбракованных (старых и заболевших) коров. Доля дойных коров, по разным источникам, составляет 50–60%. В стадах, где имеются условия для выращивания и откорма молодняка до 15–18-месячного возраста, его удельный вес увеличивается, а доля коров колеблется в пределах 40–45% [1.32]. В молочном хозяйстве оптимальная структура стада предусматривает наличие в течение года среди самих коров 83% дойных и 17% сухостойных (находящихся на отдыхе между отелами) [1.25].

В *мясном* хозяйстве структура стада сильно зависит от назначения хозяйства. В хозяйствах с законченным циклом воспроизводства доля коров должна быть не менее 40%, нетелей – 15%.

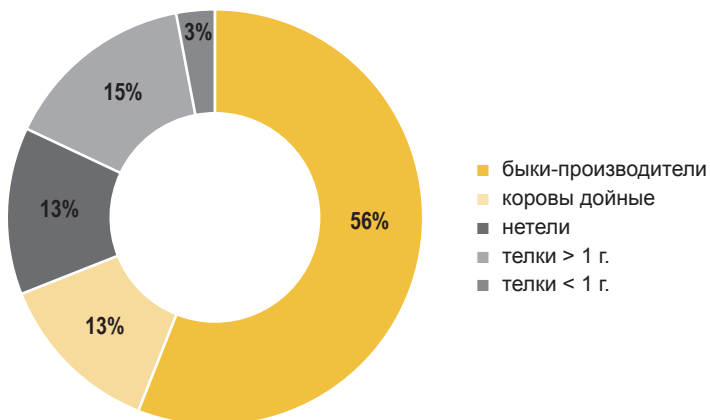


Рисунок 1.4. Оптимальная структура молочного стада на фермах (без учета молодняка, выращиваемого на племя)

Источник: составлено авторами по [1.25, 1.30, 1.31, 1.32]

В репродукторах, где телят держат до восьмимесячного возраста на подсосе, доля коров составляет до 60% [1.25]. В целом товарные мясные хозяйства, где откармливают животных на мясо, характеризуются меньшей долей коров (35–45%) и большим удельным весом молодняка [1.30]. Например, на американских откормочных площадках мясного крупного рогатого скота обычно находится 40% телок и 60% кастрированных бычков [1.7].

1.2. Технологическая структура отрасли скотоводства

Типология хозяйств

Технологическая структура отрасли скотоводства – это взаимосвязанная совокупность технологий и продукции, определяющих технологическую базу производства в пределах полного цикла [1.33]. В свою очередь, полный технологический цикл в молочном и мясном скотоводстве представляет собой совокуп-

ность технологических операций, выполняемых в определенной последовательности, которые включают преобразование при помощи скота кормовых средств в сырье для пищевой и легкой промышленности и в готовые пищевые продукты для конечного потребителя.

Благодаря развитию технологий стало возможным перевести животноводство практически на промышленную основу. Молочным и мясным скотоводством сегодня занимаются не только на скотоводческих фермах, личных подсобных и крестьянских хозяйствах, но и на животноводческих комплексах. Животноводческий комплекс – это специализированное предприятие по круглогодичному производству животноводческой продукции на основе применения промышленных технологий. Животноводческие комплексы и фермы по специализации делятся на племенные и товарные. В племенных организациях улучшают уже существующие и выводят новые породы животных, ведут племенную работу; на товарных фермах производят животноводческую продукцию.

В ЕС мясные скотоводческие фермы бывают трех типов: племенные хозяйства (*breeders*), фермы по разведению и откорму (*breeders-fatteners*) и фермы по откорму (*fatteners*) – фидлоты [1.34]. В свою очередь американские мясные фермы делятся на четыре категории по специализации производства говядины [1.7]:

- 1) мелкие фермы с мясными коровами и телятами на подсосе («корова – теленок») – около 70% всех ферм. Оттуда шестивосьмимесячный молодняк через аукционы или напрямую продается в крупные специализированные площадки – фидлоты;
- 2) фидлоты – крупные специализированные фермы, которые закупают молодняк, где его интенсивно откармливают на специальных площадках до достижения нужного веса и продают скотобойням;
- 3) фермы, которые закупают молодняк, выращенный на грубых кормах, откармливают его на пастбищах и продают скотобойням;
- 4) фермы полного (замкнутого) цикла, в которых телята рождаются, выращиваются, откармливаются и реализуются на убой.

Специализация скотоводческих товарных ферм непосредственно влияет на их производительность и рентабельность. В частности, [1.9] на примере ЕС показывает, что в хозяйствах (мясных) с высокой специализацией уровень производственных затрат ниже, особенно если ведется целенаправленный откорм мясного скота.

В развивающихся странах большинство фермерских хозяйств имеет смешанный характер, объединяя земледелие и животноводческое производство, часто управляемое частными собственниками. Такие фермы, где обычно содержатся лишь несколько животных, являются источником производства до 80% продовольствия, потребляемого в Азии и в странах Африки к югу от Сахары [1.35]. В США, Австралии, Израиле и странах ЕС уровень специализации хозяйств выше, а фермы крупнее. Так, в США около 87% говядины производится от мясных пород, а от молочных только 13% [1.7].

С точки зрения развития технологий первостепенный интерес представляют племенные хозяйства, а не товарные фермы. В России, согласно Приказу Министерства сельского хозяйства РФ от 17 ноября № 431, выделяются самые разнообразные и иногда узкоспециализированные типы организаций *по племенному скотоводству* [1.36], в том числе племенной завод, племенной репродуктор, генофондное хозяйство, организация по искусственному осеменению сельскохозяйственных животных, организация по трансплантации эмбрионов, организация по учету, контролю, оценке уровня продуктивности и качества продукции, племенной ценности животных, селекционный центр (ассоциация) по породе, региональный информационно-селекционный центр и др.

В других странах также есть различные виды племенных заводов.

В США, Канаде и Австралии, где племенной скот получил мировую известность из-за масштабного экспорта спермы и племенных животных, селекционные программы проводятся крупными частными племенными организациями и компаниями, а также частными животноводами и ассоциациями практически без государственного участия. Скотоводство США и Канады тесно взаимосвязано. США поставляют племенной скот, используемый

Определение типов организаций по племенному скотоводству в России

Племенной завод – организация по племенному скотоводству, располагающая стадом высокопродуктивных племенных животных определенной породы и использующая чистопородное разведение племенных животных. Все поголовье должно быть чистопородно не менее чем в четырех поколениях; метод скрещивания допускается только по согласованию с Министерством сельского хозяйства РФ.

Племенной репродуктор – организация по племенному скотоводству, которая осуществляет разведение племенных животных в целях обеспечения потребностей сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Генофондное хозяйство – организация по племенному скотоводству, осуществляющая разведение и сохранение малочисленных, исчезающих видов и пород животных, несущих определенные признаки и свойства, сформированные в результате длительного эволюционного развития, представляющие собой источник генетического материала для создания (выведения) новых пород и типов сельскохозяйственных животных и поддержания биоразнообразия животного мира.

Организация по искусственному осеменению крупного рогатого скота содержит племенных животных-производителей, используемых для получения семени.

Организация по трансплантации эмбрионов проводит работы по получению, обработке, контролю качества и хранению эмбрионов высокоценных племенных животных, трансплантации (пересадке) эмбрионов и (или) передаче эмбрионов племенных животных другим организациям.

в Канаде. Племенные компании США и Канады, плотно взаимодействуя и обмениваясь информацией, создают генные банки как резервную копию своей селекционной работы [1.37].

В странах Западной Европы селекцию животных проводят частные селекционные организации и компании. Государство не принимает активного участия в селекционных программах и ограничивается только надзором над селекционными компа-

ниями. В бывших социалистических странах Восточной Европы программы селекции проводятся лицензированными государственными или приватизированными племенными хозяйствами, контролируемые научно-исследовательскими институтами.

Многие страны в Европе стали вести совместные селекционные программы и оценку племенной ценности скота, создавать общие стандарты. Примером стандартизации международных генетических оценок крупного рогатого скота является разработка единого международного стандарта оценки быков *Interbull (International Bull Evaluation Service)* [1.38].

В странах Южной Америки селекционные программы осуществляются племенными организациями, которые поддерживаются научно-исследовательскими институтами. Племенные организации регистрируют всю информацию о родословных выращиваемых пород крупного рогатого скота [1.37]. В странах Африки, Ближнего и Среднего Востока селекционные мероприятия организуются и реализуются правительственными институтами в государственных хозяйствах. Затем полученных животных и сперму распределяют по всем хозяйствам. Участие скотоводческих ферм в данных программах минимальное, что при отсутствии дальнейшего правительственного контроля над соблюдением генетической чистоты на фермах сильно снижает успешность проводимой селекционной работы.

В целом численность племенных хозяйств в мире неуклонно уменьшается при увеличении общего поголовья крупного рогатого скота. Наблюдается тенденция перехода племенного скотоводства от национальных программ к международным племенным ассоциациям и организациям при падении доли локальных селекционных программ [1.37].

В технологической структуре производства выделяются способы и системы содержания крупного рогатого скота, от которых часто зависит возможность внедрения в хозяйства инновационных технологий. Различают две основные системы содержания крупного рогатого скота – *стойлово-выгульную* с использованием выгульных площадок в летний период и *стойлово-пастбищную*, а также два основных способа содержания – *привязный* и *беспривязный*.

Выбор данных систем зависит от природных характеристик региона, размера стада, особенностей кормопроизводства, уклада ведения хозяйства, направления и уровня интенсивности хозяйства и других факторов.

В молочном скотоводстве привязный способ в сочетании с различными вариантами механизации отдельных технологических операций широко распространен. Привязное содержание включает в себя стойлово-выгульную систему, которая применяется для ферм с поголовьем более 400 голов, а стойлово-пастбищная система используется на фермах с поголовьем до 400 голов [1.39]. Несмотря на преимущества стойлово-пастбищной системы для хорошего физиологического состояния животных (продуктивность и воспроизводительные функции) [1.40], ее применение в крупных хозяйствах связано со сложностями: большими трудозатратами, необходимостью иметь большие пастбища, организацией обслуживания коров и т.д.

Привязный способ содержания имеет свои преимущества, обеспечивающие удобство обслуживания животных, их кормление в соответствии с уровнем физического состояния и продуктивности. Животных содержат в типовых помещениях (многорядных стойлах). В качестве недостатков этого способа отмечаются более высокие затраты труда по привязыванию и отвязыванию коров, при доении и уборке навоза из стойл [1.39].

Беспривязный способ предусматривает содержание животных на ферме без фиксации в стойлах и с наличием отдельной зоны доения для молочных коров (доильного зала) [1.41]. Этот способ содержания крупного рогатого скота предоставляет больше возможностей для внедрения комплексной автоматизации и механизации, повышения производительности труда по сравнению с привязным способом. Беспривязный способ содержания снижает затраты труда примерно в два раза [1.42]. Он более эффективен при условии обеспечения крупного рогатого скота достаточным количеством необходимых кормов, наличия возможностей строительства помещений, позволяющих применять высокопроизводительные технологии.

В России на сегодняшний день более 90% хозяйств применяют привязный способ содержания. В странах Европы, наоборот,

удельный вес производства молока на объектах с привязным содержанием коров составляет 15–16%, в США – 3–4% [1.43]. Преобладание привязного способа содержания в России связано с советскими традициями скотоводства, а также с высокой стоимостью необходимого для беспривязного содержания оборудования.

В мясном скотоводстве система содержания и кормления оказывает еще большее влияние на качество продукции. Мясное скотоводство наиболее эффективно и прибыльно при использовании беспривязного способа содержания, поскольку основную часть времени мясной крупный рогатый скот должен находиться на пастбищах в условиях неограниченного движения, свежего воздуха и солнечной инсоляции [1.28]. Возможность выгула и физическая активность необходимы для набора мышечной массы (мяса) быками. Однако беспривязное содержание имеет и свои недостатки, проявляющиеся зимой, когда повышается перерасход корма, становится сложнее реализовывать индивидуальный подход к животным. В связи с этим в мясном скотоводстве применяют привязное содержание в зимний период, если нет возможности построить специальные площадки, а в теплое время года животных переводят в загоны или на пастбища [1.44].

Цепочки создания добавленной стоимости

Технологическая структура мясного и молочного скотоводства тесно связана с понятием цепочек добавленной стоимости. По данным Всемирной торговой организации (ВТО), термин «цепочки добавленной стоимости» впервые появился еще в 1960-х гг. в сфере добычи и экспорта полезных ископаемых. В 1980-х гг. известный экономист Майкл Портер сделал этот термин популярным [1.45]. Цепочки добавленной стоимости представляют собой последовательность процессов по созданию продукции, когда по мере прохождения каждого звена цепочки продукция получает дополнительную ценность.

В цепочке добавленной стоимости молочного и мясного скотоводства выделяются четыре основные функции: производство сырого молока или мяса (фермерские хозяйства), агрегирование

(сбор сырья, посреднические функции), переработка (заводы) и дистрибуция (опт и розница). Значение звена агрегирования сильно различается в разных странах. Оно имеет большее значение в развивающихся странах [1.46], поскольку там вследствие недостаточной развитости каналов сбыта, коммуникаций между производителем и точками сбыта (переработка, дистрибуция) роль посредников и агрегаторов возрастает. Это увеличивает конечную стоимость продукции и создает сложности отслеживания ее происхождения («от фермы до прилавка»). Крупные вертикально-интегрированные агрохолдинги включают в себя всю цепочку добавленной стоимости.

В мясном и молочном скотоводстве цепочки создания стоимости различаются. Специфика молочного скотоводства заключается в производстве скоропортящейся продукции – молока. Особенностью рынка молока и молочной продукции является его сезонность (летний избыток молочной продукции и ее недостаток зимой). Существенные сезонные ценовые колебания оказывают непосредственное влияние на спрос и предложение на рынке и общий годовой эффект от работы молочного хозяйства [1.47].

Специфика мясного скотоводства связана с его основной задачей – производством говядины для пищевой промышленности и сырья для кожевенной промышленности. В мясных хозяйствах коров не доят, родившихся телят выращивают до восьми месяцев на подсосе. Метод использования коров для получения и выращивания телят на подсосе называют технологической операцией «корова – теленок» [1.28]. При достижении телятами восьми месяцев технология переходит на следующий производственный этап – откорм на последующий убой. Как и в молочном скотоводстве, на эффективность мясного скотоводства оказывает влияние кормовая база [1.44].

В зависимости от состояния кормовой базы, кормообеспечения и кормового баланса в хозяйстве применяют следующие технологии выращивания молодняка мясного крупного рогатого скота: интенсивный откорм; доращивание – откорм; доращивание – нагул – откорм [1.48]. Технология доращивания и откорма молодняка мясных пород – наиболее распространенный

способ ведения хозяйства. После отъема от коров телят выращивают на фермах в помещениях-адаптерах (60–90 дней), а затем на откормочной площадке. В первый период (примерно 150 дней) среднесуточный прирост живой массы должен находиться на уровне 800–850 г, а к 13 месяцам она должна составить 310–330 кг [1.48]. После достижения животными максимально возможной массы тела для данной породы их везут на скотобойню, поскольку дальше их откармливать экономически нецелесообразно. Мясо продается мясоперерабатывающим заводам или пунктам оптовой и розничной торговли.

На относительно высокую себестоимость говядины влияет ограниченная продуктивность мясных коров. В мясных хозяйствах в лучшем случае от каждой коровы могут получить по одному теленку в год, а в силу специфики продукции для мясного скотоводства главным источником прибыли является получение телят (воспроизводство стада). По этой причине все затраты по кормлению и содержанию стада относят на стоимость полученных телят или прироста их массы [1.28]. На мясных фермах необходимо получить к отъему не менее 85–90 телят на 100 коров, так как при выходе менее 85 телят ферма будет убыточной даже при самых небольших расходах на содержание коров.

В отличие от мясной коровы, молочная корова, помимо теленка, производит большое количество молока. Эта продуктивная особенность – преимущество молочного скотоводства и недостаток мясного. Однако при правильном применении технологий выращивания и откорма данный недостаток с экономической точки зрения можно минимизировать [1.28].

Другой особенностью мясного скотоводства является возможность разводить его без больших капиталовложений. При умелой организации содержания животных себестоимость скотоместа в помещениях для мясной коровы может быть в 8–10 раз ниже, чем для молочной. Летние затраты на одну голову могут быть снижены в 4–5 раз. Мясное скотоводство позволяет экономить зерновой корм. Если на выращивание бычка массой 450–500 кг в молочном скотоводстве расходуется до 2 т зерна, то в мясном скотоводстве – 400–500 кг, т.е. в 4–5 раз меньше [1.28].

Особенно высоких экономических показателей мясное скотоводство достигло в США, Канаде, Австралии, странах Южной Америки. В последние 10–15 лет эта отрасль развивается в ряде европейских стран (Венгрия, Германия, Болгария и др.), где наметился процесс сокращения молочных коров при росте их молочной продуктивности [1.44].

С точки зрения создания цепочек добавленной стоимости в мясном скотоводстве интересен опыт Канады как одного из крупнейших производителей говядины в мире. Природно-климатические условия этой страны в целом очень похожи на российские, что делает ее опыт особенно интересным для нашего государства. В канадском скотоводстве сложилась глубокая специализация, широко применяются инновационные технологии, что существенно снижает трудоемкость и себестоимость продукции.

На рис. 1.5 в качестве иллюстрации представлена цепочка добавленной стоимости Канады. Фермы покупают телят, которых затем на откормочных площадках откармливают до достижения максимального веса. После убоя мясо сдают в обработку на мясоперерабатывающие заводы и другие предприятия, входящие в разные ассоциации (например, *Alberta Food Processing Association*). Оттуда оно уже попадает в рестораны / общепит или в ритейл. Часть мяса экспортируется.

Схема цепочки создания стоимости в молочном скотоводстве в основном одинакова во всех странах мира. Около 50% себе-

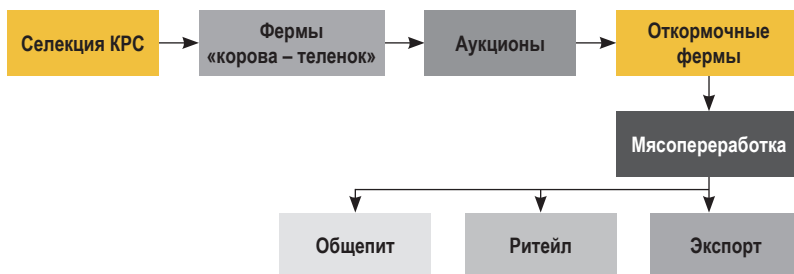


Рисунок 1.5. Цепочка добавленной стоимости производства говядины в Канаде

Источник: составлено авторами на основе данных из [1.49]

стоимости производства сырого молока составляют расходы на корма; остальная часть зависит от цен на горюче-смазочные материалы, премиксы, ветеринарные препараты и др. [1.50]. От рациона коров зависят как затраты, так и их продуктивность.

В развитых странах цепочки создания стоимости отличаются большей глубиной переработки молока, что увеличивает число этапов от производства до ритейла. На рис. 1.6 на примере формирования цепочки добавленной стоимости в Ирландии показано существенное возрастание роли ее обрабатывающих звеньев, а именно первичной (базовой) обработки, вторичной обработки с добавлением питательных веществ и нутриентов. Растет также роль маркетинга и брендинга, которым занимаются как локальные компании, так и крупные транснациональные холдинги.

Ирландия является одним из крупнейших производителей молока в ЕС, отличается глубокой специализацией производства и широким применением в нем интенсивных методов. Около 85% молочной продукции страны экспортируется. За 20 лет здесь была создана мощная племенная индустрия животноводства во главе с Ирландской федерацией животноводства (*Irish Cattle Breeding Federation (ICBF)*), обеспечивающая фермеров качественными услугами селекции. Геномная оценка, базы данных генотипов скота, информационные ресурсы для стейкхолдеров сектора позволили производителям существенно снизить издержки производства молока путем уменьшения неопределенности в сегментах «Инфраструктура» и «Производство» (рис. 1.6). Существенно выросла производительность ферм, что привело к тому, что основная часть добавленной стоимости теперь приходится на переработку молока и создание молочных продуктов из сырья.

В ЕС жесткое законодательство об охране окружающей среды является одним из факторов-драйверов, стимулирующих быстрое развитие инновационных технологий в скотоводстве и необходимость полного отслеживания цепочки производства и переработки продуктов питания (в животноводстве – концепция «от фермы до магазина»), уменьшения применения ядохимикатов (введение налога на применение пестицидов) и т.д. [1.52]. Мно-

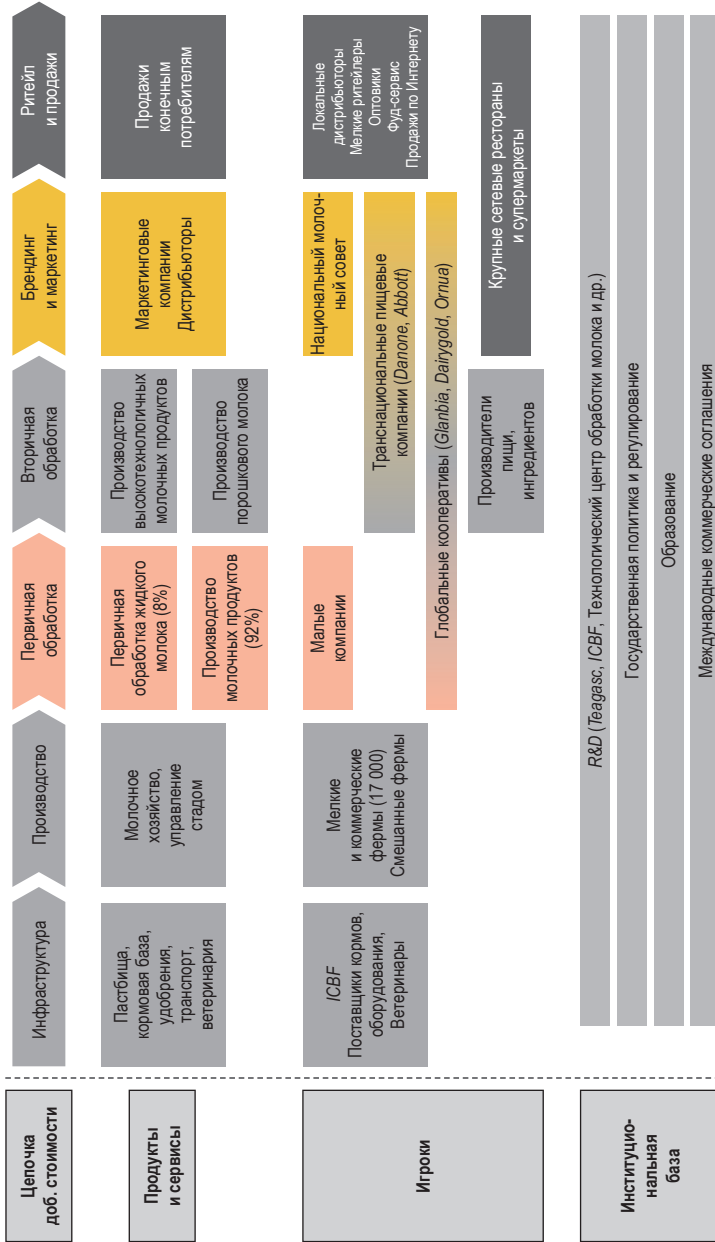


Рисунок 1.6. Цепочка создания стоимости в молочном скотоводстве Ирландии

Источник: [1.51]

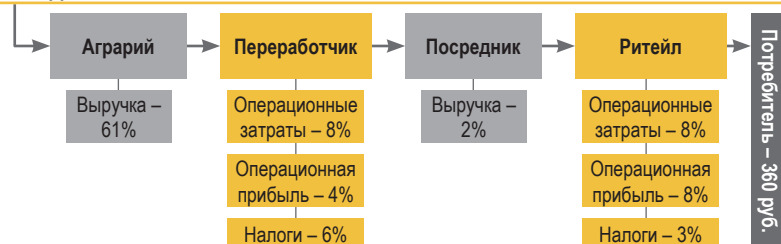
гие конечные потребители хотят получать полную информацию о происхождении продуктов питания, что также способствует внедрению производителями инновационных технологий, которые позволяют отслеживать такую информацию.

С точки зрения роли технологий в цепочке создания стоимости интерес представляет опыт Израиля, где несмотря на неблагоприятные климатические и географические условия (сухой и жаркий климат, нехватку воды, эрозию почв) средняя продуктивность коров в год превышает средний мировой показатель [1.53]. Согласно источнику *Milknews*, начиная с 1950-х гг. годовые надои на корову выросли с 4 тыс. до 12 тыс. л. В США этот показатель находится на уровне 10,2 л на корову, в Дании – 9,8 л [1.54].

На фермах Израиля организован беспривязный тип содержания животных, внедрены автоматические системы кормления, удаления навоза, широко используются технологии обработки информации с помощью искусственного интеллекта. Системы мониторинга управляют стадом, параметрами удоя, составляют оптимальный рацион кормления и контролируют здоровье животных. Благодаря широкому использованию инновационных технологий и рациональной организации отрасли страна из импортера превратилась в крупнейшего экспортера молочной продукции в регионе [1.53].

В России, в отличие от Канады или Ирландии, не столь развиты профильные организации и ассоциации производителей скотоводческой продукции и нет централизованного государственного управления в производстве и сбыте продукции. Часто производители (особенно мелкие) не знают конечного спроса, не имея прямого контакта с потребителями. Они конкурируют с другими поставщиками и испытывают риски сбыта [1.55]. Конечными продавцами часто являются сетевые магазины, коммуницирующие с конечным потребителем по широкому ассортименту товаров. Это дает им монопольное знание спроса. Под него магазины формируют логистическую цепочку и ищут поставщиков. Магазин заинтересован в ассортименте товаров, регулярности и гарантированности поставок. Поэтому более успешны вертикально-интегрированные агрохолдинги (например, Мираторг), которые владеют полной цепочкой добавленной стоимости.

ГОВЯДИНА



МОЛОКО

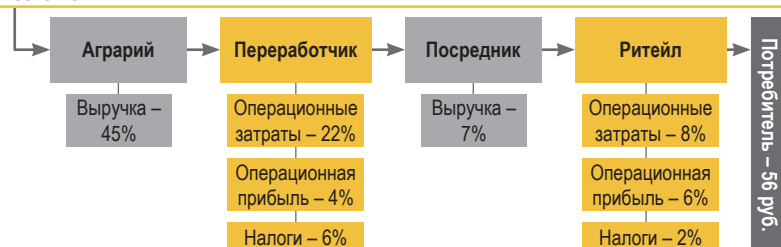


Рисунок 1.7. Структура розничной цены на ключевые продукты в 2018 г. (средняя цена на 1 кг продукции в РФ)

Источник: [1.56]

Согласно данным *Deloitte*, в структуре розничной цены говядины и молока в России доля сельхозпроизводителя в себестоимости продукции различна: говядина – 61%, молоко – 45%. Однако в случае, если производитель и переработчик являются одним лицом, доля производителя составляет 69% (рис. 1.7).

Таким образом, можно проследить изменение цепочек добавленной стоимости в целом по миру, которое состоит в уменьшении роли посредников, увеличении доли первичных и вторичных переработчиков, углублении специализации производства и переработки. С помощью цифровых технологий появляется возможность отслеживания происхождения продукции «от фермы до прилавка», т.е. всей цепочки добавленной стоимости. Это отвечает интересам современных потребителей, стремящихся к здоровому образу жизни и желающих получать больше информации о покупаемой продукции.

1.3. Основные технологические сдвиги

Главным стимулом использования технологических инноваций в животноводстве, как и в других областях, является стремление к увеличению производительности и, следовательно, прибыли хозяйств. Инновационные технологии постепенно интенсифицировали животноводство, а также повлияли на то, чтобы оно развивалось в соответствии с растущими экологическими и социально-экономическими требованиями. На рис. 1.8 представлена хронологическая последовательность технологических сдвигов, которые происходили в мясном и молочном скотоводстве.

Вследствие роста населения планеты все больше ощущается нехватка ресурсов, в первую очередь земельных. В 50-х годах XX в. появилась потребность в интенсификации скотоводства, увеличении производительности каждого животного. Традиционный экстенсивный путь развития не мог больше соответствовать потребностям в мясе, молоке и их продукции. Однако уже с 20-х годов XX в. начались процессы автоматизации и механизации, которые в 50–70-е годы и привели к интенсификации производства – укрупнению хозяйств, увеличению производительности.

В 70-х годах с открытиями в прикладной математике, информатике, кибернетике и началом широкого внедрения информационных технологий и вычислительной техники происходила компьютеризация скотоводства. Следующим этапом можно считать 90-е годы, когда началась цифровизация в скотоводстве благодаря дальнейшему развитию информационных технологий и распространению Интернета. В результате применения информационных технологий и открытий в биоинформатике произошла молекулярно-генетическая революция, которая подняла скотоводство на новый уровень.

В 2000-х гг. в странах с постиндустриальной экономикой большое влияние на парадигму развития стали оказывать экологические факторы, т.е. использование технологий, снижающих антропогенное давление на окружающую среду. Стали развиваться «зеленые технологии», которые минимизируют выбросы CO₂ и других вредных веществ в окружающую среду, применяются

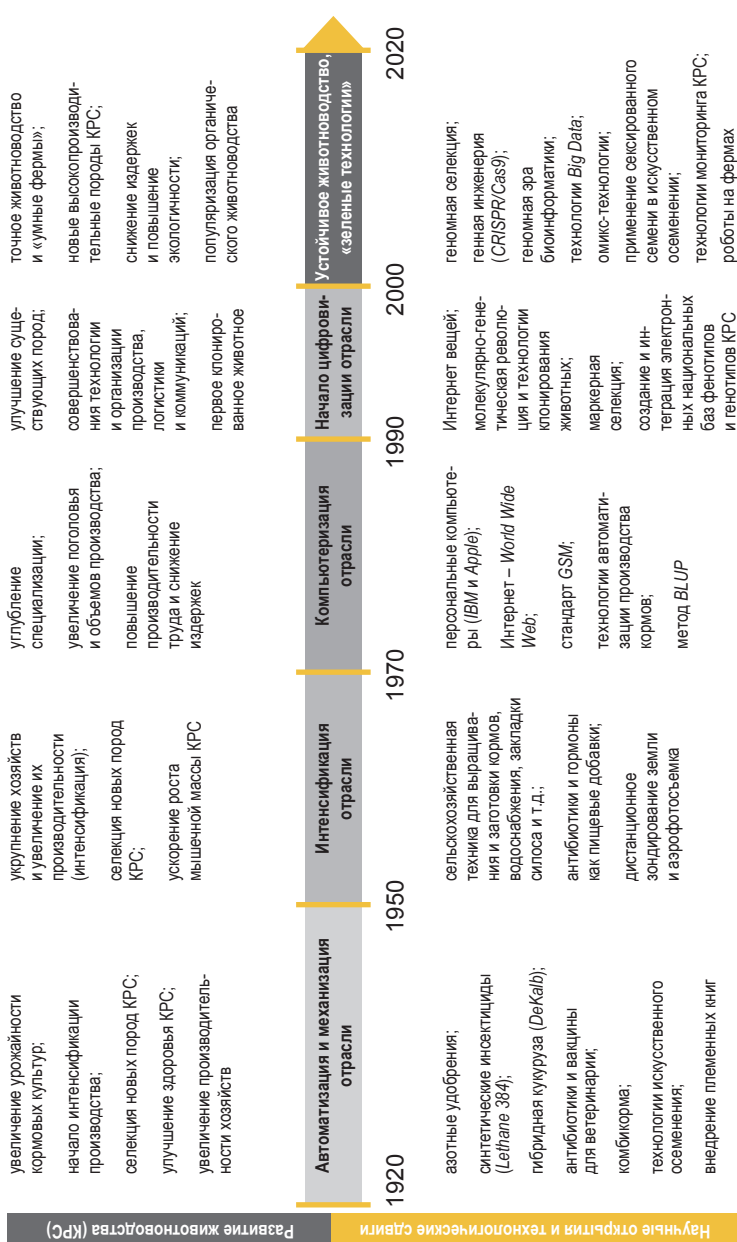


Рисунок 1.8. Хронология технологических сдвигов в скотоводстве

Источник: составлено авторами

возобновляемые источники энергии. Научные открытия в этом направлении, а также появление Интернета вещей, компьютерных систем обработки больших объемов информации (*Big Data*), а также сенсорной фотоники способствовали развитию «точного животноводства». В свою очередь развитие биологии и биоинформатики привело к появлению технологий генной инженерии, созданию генно-модифицированных растений, которые являются кормовыми культурами для крупного рогатого скота.

Таким образом, технологические сдвиги базировались на развитии таких дисциплин, как химия, фармакология, сельскохозяйственные науки (агрономия и зоотехния), молекулярная биология, генетика, прикладная математика, информатика и кибернетика, биоинформатика, радиофизика, фотоника.

Открытия в области *химии*, в частности разработка технологии получения аммиака в начале XX в. немецкими химиками Ф. Габером и К. Бошем, нашли применение в сельском хозяйстве. Найденный ими дешевый способ синтеза аммиака стал катализатором для промышленного производства азотных удобрений, благодаря которым заметно выросла урожайность сельскохозяйственных культур, в том числе кормовых культур для животноводства [1.57].

Другим достижением химической науки стало появление первого синтетического инсектицида *Lethane 384* в 1928 г. [1.58], а в 1939 г. швейцарский химик П. Мюллер обнаружил инсектицидные свойства химического препарата ДДТ, синтезированного в конце XIX в., но еще не применявшегося в сельском хозяйстве. Он получил Нобелевскую премию по медицине «за открытие высокой эффективности ДДТ как контактного яда» [1.59]. Широкое применение инсектицидов и пестицидов в XX в. увеличило производительность сельскохозяйственных и кормовых культур посредством эффективного уничтожения вредителей. Позже были созданы новые виды инсектицидов, гербицидов и пестицидов (например, широко известный глифосат *Roundup* и др.). Вместе с тем массовое применение ядохимикатов оказало негативное воздействие на окружающую среду и привело к ряду экологических проблем, в том числе таких специфических, как вымирание пчел.

В начале XX в. технологический прорыв в *фармакологии*, связанный с открытием первого антибиотика пенициллина британским ученым А. Флемингом, оказал большое влияние на ветеринарию. Антибиотики – это вещества, оказывающие повреждающее или губительное действие на микроорганизмы [1.60]. Их стали применять для борьбы с заболеваниями крупного рогатого скота. С 1950-х гг. во многих странах антибиотики начали использоваться и в качестве добавок к комбинированному корму животных. Первыми добавлять их в корма стали американские фермеры с целью увеличения объемов производства. У животных, содержащихся в тесных загонах, повышалась вероятность развития инфекционных заболеваний, и эта проблема легко решалась с помощью антибиотиков [1.62]. Сегодня они используются для термообработки, стерилизации, фильтрации с целью увеличения сроков хранения во многих технологических процессах при изготовлении продуктов питания, к которым относятся молоко и молочные продукты, мясо, яйца, курица, сыр, креветки и даже мед [1.60].

Однако чрезмерное и неправильное использование антибиотиков в качестве добавок к корму может иметь серьезные негативные последствия для людей и животных вследствие того, что бактерии, против которых они применяются, вырабатывают к ним устойчивость (резистентность). Для дальнейшего эффекта требуется увеличивать дозы или применять более сильные антибиотики. Из-за повышенной резистентности бактерий может стать невозможным лечение многих инфекционных заболеваний. Проблема резистентности в настоящее время является одним из актуальных научных вопросов.

Во многих странах было принято решение ограничить или полностью запретить применение антибиотиков в качестве пищевых добавок в животноводстве. В 2018 г. Европарламент проголосовал за ужесточение правил их использования в этой отрасли. Данная законодательная инициатива, предусматривающая полный запрет на применение препаратов в профилактических целях, вступит в силу в 2022 г. [1.63].

Наряду с антибиотиками в 50-х годах XX в. американские фермеры начали использовать гормональные добавки, содер-

жащие эстрадиола бензоат или прогестерон, для ускорения физического роста крупного рогатого скота и увеличения мышечной массы. Гормональные добавки – это результат развития химии и фармакологии гормонов. В 1935 г. нидерландский биохимик Э. Лако первым в мире выделил из яиц быка кристаллический тестостерон, а его структуру установил немецкий химик А. Бутенандт. Химик из Югославии Л. Ружичка частично синтезировал тестостерон из холестерина [1.64].

Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (*Food and Drug Administration* (далее – *FDA*)) начиная с 1950-х гг. разрешило применять различные гормональные добавки для крупного рогатого скота. Были одобрены препараты, содержащие тестостерон, зеранол, тренболон ацетат и комбинации этих гормонов. В 1993 г. *FDA* разрешило использовать рекомбинантный бычий соматропин (*rBST*), созданный компанией *Monsanto* [1.65], а также синтетический коровий гормон для повышения производительности молочных коров.

Со второй половины XX в. гормональные добавки стали применять и другие страны мира. Однако с 1989 г. их использование было официально запрещено в европейских странах, поскольку была выявлена их опасность для здоровья человека. Тем не менее в США и ряде других стран (Австралии, Канаде) гормональные препараты и сегодня широко применяются в животноводстве [1.66]. В России официально не разрешается использование стероидных гормонов роста, таких как рекомбинантный бычий соматропин (*rBST*) [1.67], тренболон, рактопомин и др. [1.68]. Были случаи запрета на импорт из других стран говядины, содержащей данные гормоны [1.69].

Сельскохозяйственные науки, в частности *агрономия*, в начале XX в. дали возможность получить естественные гибриды кормовых растений через перекрестное опыление. Внедрение в селекционный процесс технологии перекрестного опыления (эффекта гетерозиса) при получении гибридов позволило «кукурузной индустрии» в целом совершить колоссальный скачок в развитии [1.70]. Создание компанией *DeKalb* первого доступного большинству фермеров высокопродуктивного гибрида кукурузы в конце 20-х – начале 30-х годов XX в. стало настоящим проры-

вом. К середине 30-х годов в США начали повсеместно возделывать гибридную кукурузу [1.70], которая стала важной кормовой культурой для скотоводства.

Зоотехния в начале XX в. обеспечила технологический сдвиг в развитии скотоводства благодаря изобретению и затем массовому использованию комбинированных кормов для животных в дополнение к сочным и грубым кормам.

Компании, ранее работавшие в мукомольной промышленности, с 30-х годов XX в. стали все шире заниматься кормопроизводством для выгодной утилизации отходов зернопереработки. Первые комбикорма, собственно, и представляли собой эти отходы, дополнительно обогащенные некоторыми питательными веществами, выпускаемыми химической промышленностью. В 1944 г. Комитет по кормлению животных при Национальном исследовательском совете США (*National Research Council* (далее – *NRC*)) впервые опубликовал таблицы по потребностям в питательных веществах у сельскохозяйственных и лабораторных животных. Данные таблицы в дальнейшем неоднократно обновлялись. Сегодня таблицы *NRC* являются основой при составлении рационов животных и проведении исследований во всем мире. С этого времени рецепты кормов стали более сложными вследствие идентификации незаменимых микроэлементов и более широкого ввода витаминов [1.71].

Параллельно росту комбикормовой промышленности появилась тенденция укрупнения ферм, что привело к снижению себестоимости продукции скотоводства в том числе за счет снижения стоимости кормов. Общее число ферм уменьшалось, а оставшиеся укрупнялись еще больше, и объем производства продуктов скотоводства рос. С 1950 г. до 2000 г. число скотоводческих ферм в США уменьшилось с 5 млн до 2,2 млн [1.71].

С 1975 г. производство кормов начало автоматизироваться, что снизило до минимума затраты на комбикорма в себестоимости продукции скотоводства, увеличив масштабы производства. Сегодня автоматизация отрасли продолжается: улучшаются логистика поставок сырья, характеристики размеров частиц в измельченном сырье, дозирование и смешивание компонентов, гранулирование, экструдирование, послепрессовая обработка,

системы производственного контроля, логистика перевозок готовых продуктов и многие другие процессы [1.72].

Из биологических наук, появившихся в середине XX в. и обеспечивших научно обоснованный подход к ведению животноводства, необходимо отметить *молекулярную биологию*, в том числе *молекулярную генетику*. Это направление молекулярной биологии, связанное с исследованием воспроизведения и изменчивости генетического материала, его репарации (восстановления после первичных повреждений или превращения их в мутации – стойкие наследуемые изменения), рекомбинации генов и экспрессии генетической информации посредством транскрипции и трансляции, регуляции этих процессов в клетке и при индивидуальном развитии [1.73]. Знаковыми стали описание структуры молекулы ДНК (1953) и обнаружение информационной РНК (посредника между белком и ДНК) (1961).

Изначально, с начала XX в., генетическая информация о крупном рогатом скоте заносилась в племенные книги. Они содержали данные о племенных животных, их характеристиках и происхождении и стали основой для систематизации селекционной работы. Племенные книги – это база огромного фактического материала, на основании которого были разработаны методы генеалогического анализа поголовья, по параметрам конституции¹ и экстерьера² животных (фенотип). Главной задачей для племенной работы стал отбор наилучших быков-производителей, которые должны были участвовать в воспроизводстве стада и оставлять потомство с объективно лучшими характеристиками (чаще в сфере молочного скотоводства). Первоначально они отбирались по продуктивности матери (ме-

¹ Совокупность морфологических и физиологических особенностей животного, связанных с направлением продуктивности и способностью определенным образом реагировать на воздействия внешней среды. Конституция сельскохозяйственных животных складывается под влиянием наследственности и условий внешней среды, главным образом условий выращивания молодняка.

² Внешний вид животного, выступающий внешним выражением конституции. Наружные части тела животных, по которым производится оценка, называются статями.

тод *D*): считалось, что корова с наилучшими характеристиками (удои, привес и пр.) дает наилучшее потомство [1.74]. Далее методика сместилась от оценки матери к оценке средней молочной продуктивности ее дочерей (метод *Y*). Совмещение двух методов оценки позволило разработать «индекс быка», который рассчитывался путем сравнения средней продуктивности дочерей и матерей. Сбор генеалогической информации вплоть до 1980-х гг. XX в. происходил только по фенотипическим признакам – внешним характеристикам животного, а в расчете племенной ценности учитывались паратипические факторы (факторы внешней среды).

В 1972 г. был разработан метод наилучшего линейного несмещенного прогноза (*Best Linear Unbiased Prediction* (далее – *BLUP*)). Он позволил минимизировать влияние внешних факторов на прогнозируемую племенную ценность животных. Прорыв заключался в возможности сравнения племенной ценности быков, дочерей которых еще не доили. Использование метода *BLUP* увеличило эффективность селекции на 17–30% [1.75]. В модифицированной после 1980 г. модели *BLUP* – методе «модель животного» (*Animal Model (AM)*) – стали использовать все сведения о ближайших родственниках животного.

Ключевым достижением в селекции животных с учетом всех технологических прорывов считается уменьшение генерационного интервала более чем в два раза за счет использования геномной селекции. Если раньше данный процесс занимал 8–12 лет, то в настоящее время сократился на 30–40%.

Появившаяся возможность точной манипуляции генами послужила основанием развития генной инженерии и технологий секвенирования. В 1980 г. впервые был создан трансгенный многоклеточный организм (мышь), а в 1990 г. – первый в мире трансгенный бык Герман, обладающий геном, ответственным за выработку лактоферрина. Затем появились новые методы генной инженерии: метод микроинъекций (1980), генная пушка (1986), вирусные векторы (1995), электропорация (1996), сайт-специфические (направленные) нуклеазы «цинковые пальцы» (*ZNF*) (1996), пересадка ядерсоматических клеток (*SCNT*) (1997), спермии в качестве переносчиков ДНК (1999).

Прогресс в области геномной инженерии сельскохозяйственных животных в настоящее время связывают с развитием технологий активного трансгенеза, которые посредством экзогенных ферментов или кодирующих их ДНК обеспечивают возможность направленной интеграции с целью привнесения новых функций или, наоборот, утери имеющихся. В 1987 г. в Японии у бактерии кишечной палочки (*Escherichia coli*) в хромосоме был обнаружен локус, названный впоследствии *CRISPR*, который состоял из прямых повторяющихся последовательностей генов, разделенных спейсерами – участками некодирующей (мусорной) ДНК. Функция данного локуса была неизвестна, в том числе из-за недостатка общей информации о последовательности ДНК [1.76]. В настоящее время посредством *CRISPR/Cas9* созданы генетически модифицированные линии практически всех основных видов сельскохозяйственных животных (крупного рогатого скота, свиней, коз) с нокаутом и вставками целого ряда генов. Нокаут генов¹ крупного рогатого скота впервые был произведен в 2007 г., а в 2009 г. был секвенирован геном быка. В 2019 г. был предложен новый метод редактирования генома – метод праймированного редактирования (*prime editing*), который позволяет исправлять любой тип мутаций – от точечных замен до делеций (удалений) [1.77].

Стоит отметить, что до возникновения технологии искусственного осеменения коров в выборе наилучших быков-производителей важную роль играли паратипические факторы – факторы внешней среды. С внедрением в разведение скота искусственного осеменения и распространением дочерей быка по многим хозяйствам (стадам) возникла необходимость в элиминации (устранении) межстадных паратипических различий.

В период 1949–1968 гг. появились наработки по заморозке бычьих сперматозоидов, а в 1974 г. осуществлено первое применение замороженных высушенных сперматозоидов. В 1975 г. был опубликован первый отчет об успешной суперовуляции рогатого скота и овец при использовании гонадотропных гормонов

¹ Метод, при котором из организма удаляют или делают неработоспособными определенные гены.

в преддверии эстрального цикла. При суперовуляции возможен гарантированный процесс оплодотворения коровы с возможностью созревания большого количества эмбрионов, пригодных для вымывания и дальнейшей трансплантации коровам-реципиентам (*in vitro*) или выращивания в лабораторной среде (*in vivo*). В 1976 г. был решен вопрос оптимальной заморозки сперматозоидов быков для транспортировки на дальние расстояния. В 1980-х гг. были попытки отделить сперматозоиды, содержащие X-хромосомы (образуют эмбрионы женского пола), от тех, которые содержат Y-хромосомы (образуют эмбрионы мужского пола). Однако на тот момент положительных результатов достичь не удалось. В 1992 г. при использовании спермы, разделенной по полу (сексированного семени), получили первого теленка [1.78]. Методика разделения семени по полу была разработана и запатентована корпорацией X&Y Inc. (США) [1.79].

В 2016 г. в мировой молочной промышленности 6% искусственного осеменения проводилось с разбивкой по полу с помощью вышеописанного сексированного семени. В том же году в США было произведено более 4,5 млн доз сексированного семени, из которых более 90% было продано молочным хозяйствам. Этот повышенный спрос со стороны молочной промышленности объясняется тем, что телята-самцы в таких хозяйствах имеют низкую экономическую ценность. В молочном хозяйстве использование сексированного семени позволяет ускорить рост стада, сократить интервалы между поколениями и повысить скорость генетического прогресса. Однако, несмотря на экономические преимущества сексированного семени, его массовое применение до сих пор ограничено. Одна из причин заключается в том, что степень оплодотворения при его использовании на 25% ниже по сравнению с обычной спермой. Частота наступления стельности составляет от 60 до 80% [1.80].

Благодаря научным исследованиям и разработкам в *информатике* появились информационные технологии, которые с 1970–1990-х гг. позволили осуществить компьютеризацию отрасли скотоводства. Использование компьютеров в данной отрасли привело к повышению производительности труда и снижению издержек. Начиная с 1970-х гг. до сегодняшнего дня происходит

непрерывный рост вычислительных мощностей, что ускоряет обработку информации, увеличивает скорость операций и производительность. Телекоммуникационные технологии и Интернет связали всех субъектов скотоводства, а также сопредельные сферы в единую сеть.

Существенное значение для развития скотоводства имела и *биоинформатика*, поскольку биоинформационные методы анализа предоставляют возможность обработки больших объемов биологических данных, изображений, проведения детекции и анализа мутаций генов, сравнения геномных данных и т.д. С помощью биоинформационных методов моделируют ДНК, РНК, белковые структуры, что является важной составляющей генетики и геномной селекции.

В результате открытий в *радиофизике* с 1980–1990-х гг. в скотоводстве стали широко применяться беспроводные технологии передачи данных (*GSM*), которые на сегодняшний день эволюционировали до *5G*, появились и широко используются *Wi-Fi*, *XNB*, *LPWAN*. С 1990-х гг. благодаря Интернету и информационным технологиям началась цифровизация скотоводческой отрасли.

В этот же период в связи с дальнейшим развитием Интернета и телекоммуникационных беспроводных технологий, а также сенсорных технологий (созданных благодаря открытиям в *фотонике* [1.81]) появилась концепция Интернета вещей, которая в XXI в. вместе с искусственным интеллектом – результатом дальнейшего развития вычислительных технологий – вывела скотоводство на новый уровень развития. Этот этап технологических сдвигов получил название «точное животноводство». Вместо обычных ферм появились «умные фермы», где все параметры считываются с помощью датчиков и обрабатываются искусственным интеллектом. Технологии Интернета вещей на «умных фермах» позволяют в режиме реального времени проводить постоянный мониторинг, с помощью установленных чипов и датчиков следить за каждым животным стада, оптимизируя его жизненный цикл для повышения продуктивности и максимизации прибыли.

Животноводство, как и все сельское хозяйство, является отраслью с большим потоком информации: это данные, поступающие с датчиков, которые установлены на полях, на «умных

фермах», чипов на сельскохозяйственных животных, сенсоров на технике, из баз со сведениями о состоянии почв, погодных условиях, здоровье животных, генотипах, фенотипах и т.д. Применение искусственного интеллекта для обработки указанной информации оптимизирует применение воды, удобрений, ядохимикатов и пестицидов для выращивания кормовых культур, антибиотиков, кормов и воды для животных (точная дозировка и точечное применение), что уменьшает давление на окружающую среду, помогает сохранить ресурсы, увеличивает производительность хозяйств. Соответственно, это помогает решить такие задачи по устойчивому развитию, как борьба с голодом, обеспечение продовольственной безопасности, уменьшение загрязнения почв и воды химическими элементами, сохранение водных и энергетических ресурсов.

Во всем мире рост данного рынка обеспечивается за счет все более широкого использования генерации данных с помощью датчиков, обработки больших объемов информации с помощью искусственного интеллекта, а также государственной поддержки внедрения современных сельскохозяйственных технологий.

Достижения в робототехнике позволили автоматизировать и роботизировать процессы в скотоводстве. Например, согласно академику РАН Н.М. Морозову, наибольшие затраты физического труда работников на молочной ферме приходятся на выполнение операций доения (37%), раздачу кормов (26,5%), очистку стойл и проходов от навоза (15,5%) [1.82]. Отрасль молочного скотоводства – один из самых активных потребителей современных робототехнических и цифровых решений [1.83] в мире, поскольку здесь много трудоемких процессов, требующих автоматизации и роботизации. В мясном скотоводстве их меньше (отсутствует трудоемкий процесс доения, мониторинга молочной продуктивности и др.).

Согласно маркетинговым исследованиям *Markets and Markets*, мировой рынок роботов в молочном скотоводстве (крупнейшем потребителе робототехники в сельском хозяйстве) с 1,2 млрд долл. в 2016 г. вырастет до 2,48 млрд долл. в 2023 г. с совокупным среднегодовым темпом прироста (CAGR) 11,8% (2017–2023) [1.84].

Еще с конца XIX в. снижение себестоимости продукции скотоводства достигалось в разной степени частичной механизацией и автоматизацией выполнения технологических операций. Например, делались попытки механизации процесса доения коров (вакуумные аппараты), а также подачи корма и воды. Данные аппараты совершенствовались и широко применялись и в XX в. В 1950-е гг. проводились работы, связанные с изучением и внедрением полной автоматизации этих процессов. Однако серьезных результатов в области автоматизации и роботизации скотоводства удалось достичь только в 1990-х гг. [1.85]. Впервые полностью автоматические системы доения коров появились в Нидерландах в 1992 г. Они заменили традиционные групповые доильные установки и комплексы (типа «Карусель»). В России первый доильный робот начал функционировать в декабре 2007 г. [1.82].

Таким образом, роботизация процессов, повышение генетического потенциала животных, улучшение условий содержания и кормления увеличивают производительность хозяйств, снижают издержки и сберегают ресурсы.

Со второй половины XX в. в результате вредного воздействия человеческой деятельности на окружающую среду обострились экологические проблемы. Вследствие усиливающегося влияния экологических движений и организаций в скотоводстве появилась концепция «устойчивого животноводства». Интенсификация скотоводства и появление крупномасштабного индустриального скотоводства замкнутого цикла, отличающегося существенно более высокой экономической эффективностью, стали объектом критики защитников животных, которые выступают против интенсивных методов, поскольку скот зачастую содержится в замкнутых помещениях с ограничением подвижности, использованием травмирующих практик, направленных на увеличение конверсии и привеса [1.86]. На сегодняшний день общественная активность защитников окружающей среды и сторонников «зеленых технологий» оказывает сильное влияние на технологическую повестку в животноводстве.

Одним из проявлений стремления к экологизации является органическое сельское хозяйство [1.87], характеризующееся со-

знательной минимизацией использования синтетических удобрений, пестицидов, регуляторов роста растений, кормовых добавок для животных. Отказ от интенсивных способов повышения продуктивности снижает объемы сельхозпроизводства, но это компенсируется высокой ценой готовой продукции. По оценкам, объем рынка органического сельского хозяйства к 2025 г. достигнет уровня около 320 млрд долл. [1.88], тогда как в 2020 г. он составлял около 90 млрд долл.

* * *

Рост производительности скотоводства (производства мяса и молока) является одним из основных средств обеспечения продовольственной безопасности и борьбы с голодом как в глобальном масштабе, так и на уровне отдельных стран. Факторами увеличения производительности мясного и молочного скотоводства выступают:

- оптимизация структуры стада в целях обеспечения высокой продуктивности и уровня его воспроизводства (в хозяйствах с замкнутым циклом);
- улучшение здоровья (ветеринарные технологии), условий содержания («умная ферма») и кормления (достаточная и хорошо сбалансированная кормовая база), которые непосредственно влияют на продуктивность;
- улучшение генетического потенциала животных (селекция и разведение высокопродуктивных пород), которые, помимо продуктивности, отличаются хорошим здоровьем и могут служить долго (продуктивное долголетие);
- роботизация и автоматизация рабочих процессов, которые снижают издержки, сберегают ресурсы, минимизируют влияние человеческого фактора, облегчают трудоемкую работу фермеров.

В цепочках добавленной стоимости с интенсификацией хозяйств уменьшается себестоимость получения сырого молока и мяса, роль посредников, растет значение переработки. У конечных потребителей появляется возможность полностью отследить происхождение продукции.

Во многих развитых странах благодаря внедрению и применению инновационных технологий и разведению наиболее высокопродуктивных животных наблюдается стабильный рост производительности как в мясных, так и в молочных хозяйствах, что позволяет сокращать поголовье крупного рогатого скота. В развивающихся странах, использующих более экстенсивные методы работы, общий рост производительности возможен только за счет увеличения поголовья.

Вследствие применения новых технологий в расчете генотипических и фенотипических параметров, генетических индексов племенной ценности и увеличивающейся стандартизации селекционных программ в мире уменьшается количество племенных хозяйств, курируемых государством или научно-исследовательскими институтами. Племенная работа все больше производится в частном секторе.

Раздел 2.

Развитие технологий скотоводства в России

2.1. Структура и динамика отрасли

В данном разделе рассматривается структура и динамика отрасли молочного и мясного скотоводства начиная с периода после распада СССР. В первые постсоветские годы поголовье крупного рогатого скота резко уменьшилось из-за ухода с рынка нерентабельных производителей, а также сжатия спроса ввиду падения доходов населения. При этом наибольшими темпами сокращались сельскохозяйственные организации, а не хозяйства населения. В результате если в 1991 г. сельскохозяйственным организациям принадлежало 80% поголовья, то к 2019 г. – только 45%. С 2008 г. начал расти сегмент крестьянских хозяйств. К 2018 г. 40% всего крупного рогатого скота уже было сосредоточено в хозяйствах населения и 15% в крестьянских (фермерских) хозяйствах, а также у индивидуальных предпринимателей. Это было связано с развитием рыночной экономики и постепенным ростом привлекательности отрасли для частного капитала, в том числе благодаря мерам государственной поддержки начинающих фермеров (со стороны Министерства сельского хозяйства, банков (Россельхозбанка, Сбербанка) и региональных программ). Одной из мер поддержки Минсельхоза стала популяризация животноводства через создание готовых бизнес-планов. К 2010 г. поголовье крупного рогатого скота стабилизировалось в пределах 18–20 млн голов (рис. 2.1).

В половозрастной структуре в сфере *молочного* производства наибольшая доля приходится на маточное поголовье коров в секторе товарных хозяйств (рис. 2.2), и в целом *молочное направление* *намного превышает мясное* (81% против 19%).

Генетический потенциал и производительность используемых пород крупного рогатого скота в России уступают западным, по-

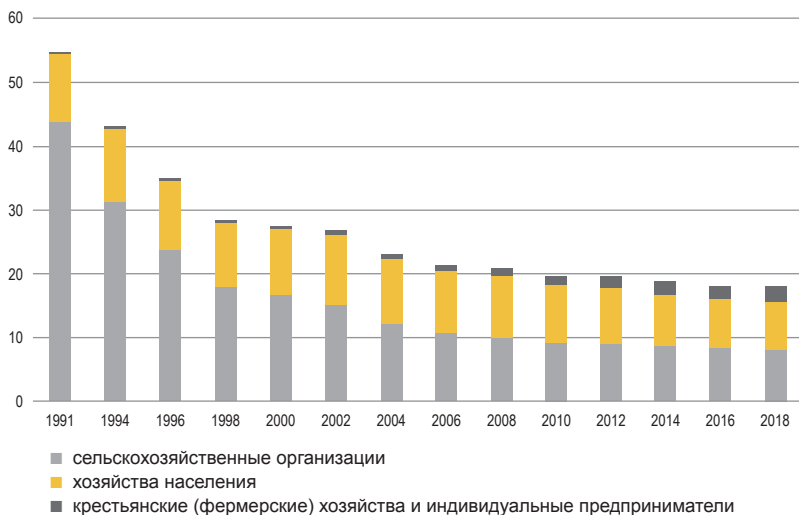


Рисунок 2.1. поголовье всего крупного рогатого скота в России по категориям хозяйств, млн голов

Источник: составлено авторами на основе данных из [2.1]

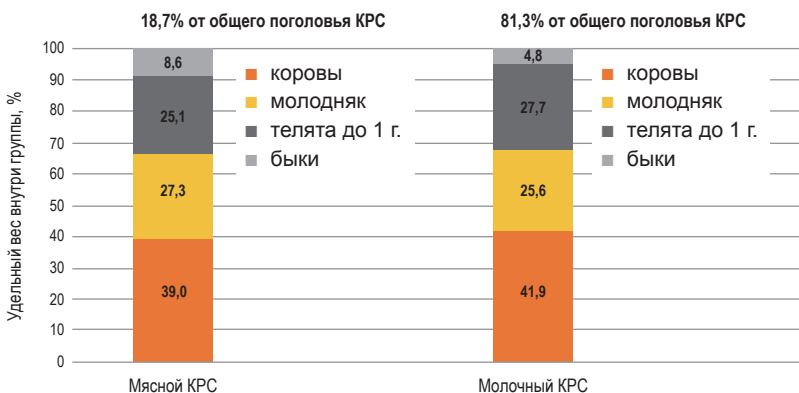


Рисунок 2.2. Половозрастная структура крупного рогатого скота в России (2016)

Источник: составлено авторами на основе данных из [2.2]

скольку унаследованные от СССР породы по большей части являются универсальными (мясо-молочными или молочно-мясными). При их селекции основной целью была адаптация к природно-климатическим условиям, а не достижение максимальной производительности.

Ключевыми молочными породами в поголовье страны сегодня являются: черно-пестрая, голштинская (импортируемая из США и ЕС)¹ и холмогорская [2.3]. В целом наблюдается голштинизация местных пород (скрещивание местных пород с голштинскими) в целях увеличения производительности. Вместе с тем это создает риск исчезновения местных пород, что отрицательно сказывается на биоразнообразии.

Для сравнения: в США более 90% всего молочного стада составляют две породы – голштинская (более 80% всего молочного поголовья) и джерсейская (около 14%)² [2.4]. За последнее десятилетие наблюдается медленная тенденция увеличения удельного веса и значимости породы джерси (и ее помесей) при некотором снижении доли голштинов (на 5% за 10 лет). Коровы породы джерси уступают по своим размерам и по производительности молока голштинам, однако превосходят по качеству и жирности молока, а также по уровню стельности (большей вероятности забеременеть).

Еще одна характерная черта российского молочного скотоводства – это относительно невысокая продуктивность. Производство молока падало начиная с 1992 г., когда оно составляло 47,2 млн т [1.8]. В 2016 г. оно снизилось до 29,8 млн т, а к 2018 г. этот показатель начал медленно расти, достигнув 30,6 млн т (рис. 2.3).

В 2014 г. в связи с введением санкций Россия приняла ряд ответных мер в сфере сельского хозяйства. Были запрещены поставки отдельных видов пищевой продукции из США, стран ЕС, Канады, Австралии, Норвегии, Украины, Албании, Черногории, Исландии и Лихтенштейна. К числу запрещенных к импорту, помимо прочих, относились следующие товары: молоко и молочная

¹ Эта порода и ее помеси дают наибольшие удои.

² По данным за 2018 г.

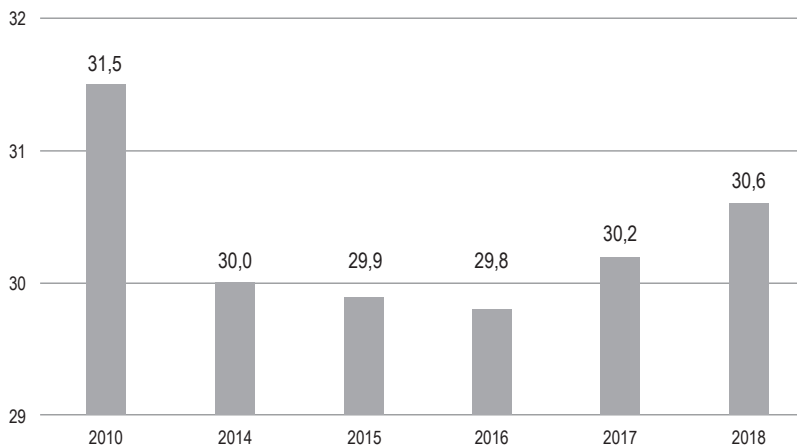


Рисунок 2.3. Производство молока в России, млн т
Источник: [2.5]

продукция, а также мясо крупного рогатого скота свежее, охлажденное или замороженное [2.6]. По данным Росстата, в сельскохозяйственных организациях (агрохолдингах, крупных агрокомпаниях) производительность молока увеличилась с 4200 кг в год на одну корову в 2010 г. до 5900 кг в год в 2018 г. [2.7]. В то же время средняя производительность по всем типам хозяйств, включая также менее интенсивные крестьянские хозяйства, составила в 2018 г. только 4500 кг молока в год (рис. 2.4).

Разница в производительности связана с тем, что большинство крупных сельхозорганизаций импортирует высокопроизводительный генетический материал и увеличивающие производство зарубежные технологии, а мелкие хозяйства не имеют достаточных финансовых ресурсов и потому в меньшей степени применяют их. В итоге Россия пока заметно отстает от мировых лидеров по продуктивности молочного скотоводства [1.8].

Племенная база определяет уровень производства и качество получаемой продукции. Однако отечественные племенные организации по молочному скотоводству, стада которых сформированы в том числе за счет импорта, на сегодняшний день могут потенциально удовлетворить только около 80% по-

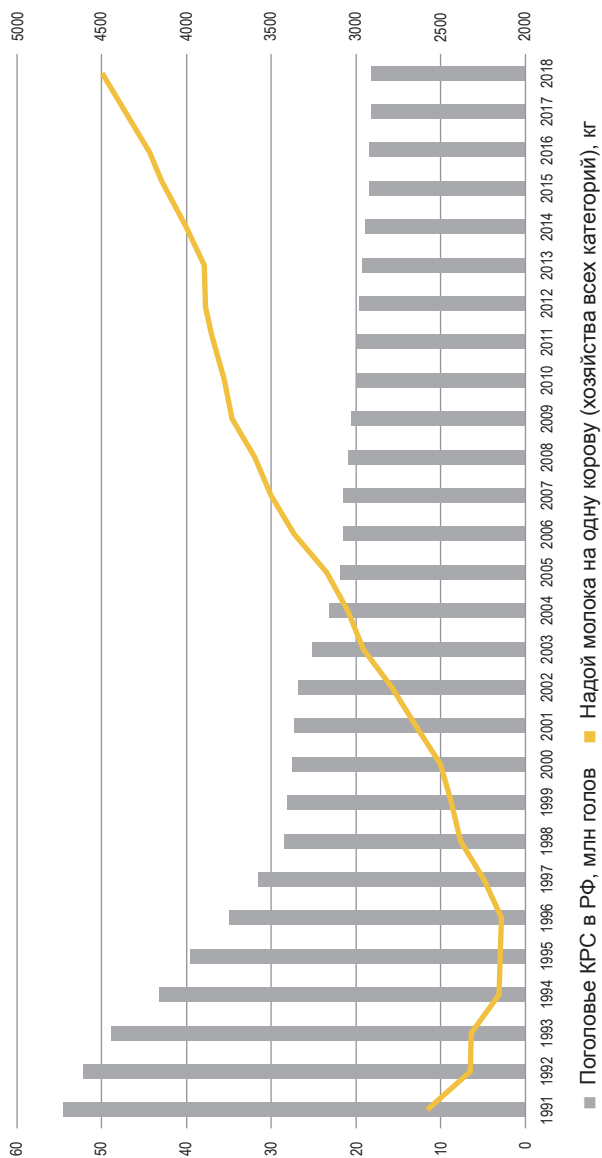


Рисунок 2.4. Продуктивность молочного скотоводства в РФ
 Источник: составлено авторами на основе данных из [1.8]

требности сельскохозяйственных товаропроизводителей в племенном молодняке [2.8]. Импорт молока и молочной продукции в 2018 г. составлял около 5 млн т [2.9], из которых молока и сливок 262 тыс. т [2.10].

В российском мясном скотоводстве до начала 2000-х гг., в отличие от стран Запада, практически не было специализированных мясных пород (помимо калмыцкой и казахской белоголовой породы). Однако по состоянию на 2018 г. в Госреестре селекционных достижений РФ были зарегистрированы уже 13 пород мясного направления. При этом 97% поголовья мясного крупного рогатого скота приходится на четыре породы: абердин-ангусскую, калмыцкую, герефордскую, казахскую белоголовую, отличающиеся наибольшей производительностью. Оставшиеся 3% приходятся на девять пород [2.11].

Производство говядины в России на протяжении всего рассматриваемого периода устойчиво сокращалось. Снижение темпов уменьшения может быть обусловлено ростом внимания государства к отрасли и реализацией приоритетного национального проекта «Развитие АПК» (2006–2007) и государственных программ развития сельского хозяйства (на 2008–2012 гг. и 2013–2020 гг.).

Доля говядины в общем объеме производства мяса в России составляет всего 15% [2.11]. Для сравнения: в США аналогичный показатель равен 28% [2.12]. В структуре производства мяса в России доминируют птица и свинина как более экономически выгодные направления: у крупного рогатого скота длинный производственный цикл получения теленка до убоя (в среднем три года) и большие потребности в кормах (до 2 т зерна на одну корову).

Говядина, производимая в РФ, – это в основном мясо, получаемое в результате выбраковки молочных коров, а также доращивания и убоя бычков молочных и комбинированных пород, на долю которых приходится 84% от производства всего мяса [2.13]. Другими проблемами мясного скотоводства являются недостаток в специализированной инфраструктуре межрегионального оборота скота в системе «выращивание – сбор – откармливание – докармливание» (фидлоты есть только у крупных

специализированных организаций), слабое использование инновационных технологий в большинстве хозяйств страны по причине их высокой стоимости, а также нехватки кадров, умеющих применять их, недостаточная кормовая база и высокие издержки на корма [2.14, 2.15].

Показатели эффективности мясного скотоводства в России напрямую зависят от поголовья. В связи с его падением объемы производства говядины сократились с 3,63 млн т в 1991 г. до 1,61 млн т в 2018 г. (рис. 2.5).

Вместе с тем убойный выход мяса с одного животного растет начиная с 1995 г. (рис. 2.6). В 2019 г. он составил около 200 кг мяса на животное. Тем не менее это небольшой показатель. Для сравнения: в США убойный выход мяса с одного животного был 362 кг, в Канаде – 335 кг, в Бразилии – 250 кг¹ [1.8]. Более низкая продуктивность в России по сравнению с этими странами во многом обусловлена тем, что там говядину получают от быков специализированных мясных пород, в то время как в России доля специализированного мясного скота пока очень мала.

Недостаток собственного производства мяса компенсируется импортом. В 2018 г. импорт говядины составил 3,2 млн т [2.16]. Основными поставщиками говядины в Россию сегодня являются Беларусь и Парагвай.

* * *

В России уровень развития молочного и мясного скотоводства различается. Производство молока в последние годы стабилизировалось, хотя его сравнительные объемы невысоки. Растет показатель производительности коров, что наиболее выражено в крупных агрохолдингах, сравнительно больше применяющих инновационные технологии.

Производство говядины остается низкорентабельным из-за слабого уровня специализации отрасли, небольшой численности крупного рогатого скота мясных пород, недостаточного применения инновационных технологий. Специализированное

¹ Данные за 2018 г.

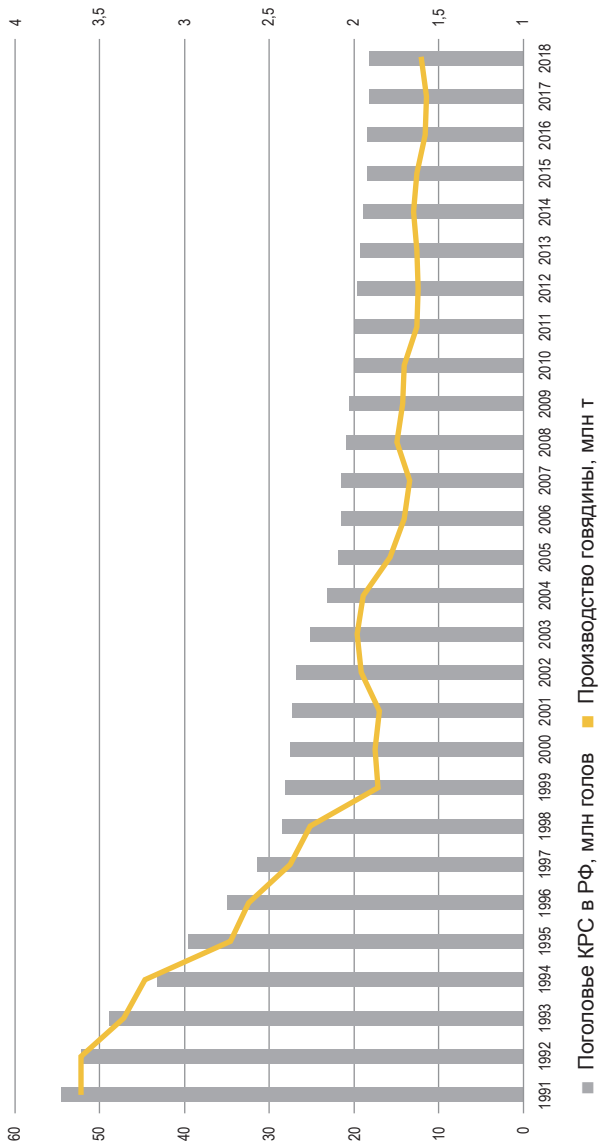


Рисунок 2.5. Производство говядины в России

Источник: составлено авторами на основе данных из [1.8]

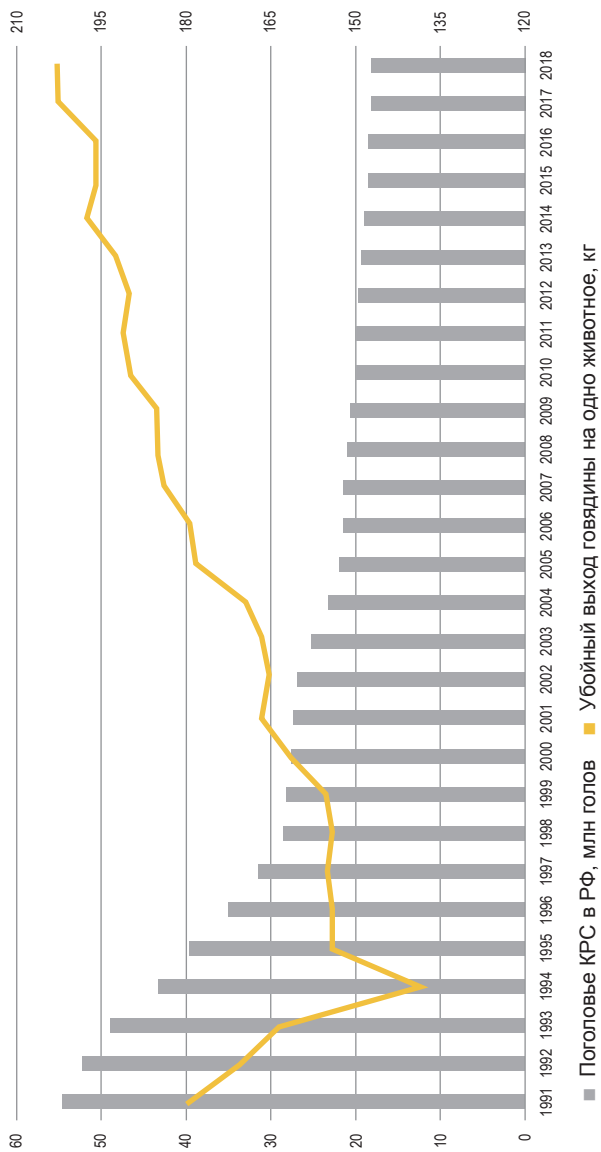


Рисунок 2.6. Продуктивность мясного скотоводства в России по убойному весу мяса крупного рогатого скота (в расчете на все поголовье крупного рогатого скота)
 Источник: составлено авторами на основе данных из [1.8]

производство говядины сосредоточено в нескольких крупных агрохолдингах, а в крестьянских и фермерских хозяйствах она производится путем убоя выбракованных молочных и универсальных пород крупного рогатого скота.

2.2. Основные отечественные разработчики и пользователи технологий

Основных игроков в мясном и молочном хозяйстве России можно разделить на две группы:

- 1) компании – разработчики технологий, имеющие патенты в области молочного и мясного скотоводства;
- 2) компании-пользователи, применяющие в хозяйстве как отечественные, так и зарубежные технологии.

Организации – разработчики технологий

В России традиционно для сельскохозяйственной отрасли основную роль в разработке технологий играют государственные профильные научно-исследовательские институты (далее – НИИ) (ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агrobiотехнологий Российской академии наук», ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста» и др.), разрабатывающие наукоемкие технологии, такие как технологии геномной селекции, ветеринарные технологии, кормопроизводство и др. Многие из указанных государственных НИИ в 2015–2020 гг. претерпели структурные изменения, были ликвидированы или присоединены к более крупным НИИ (см. Приложение 1). Частные компании (например, такие как ООО НТЦ «Химинвест», ООО «СКС-Тест»), ведущие научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (далее – НИОКР) и обладающие единичными патентами, часто бывают связаны с НИИ.

В сфере цифровых технологий для животноводства в рамках концепции «умная ферма» частные компании (например, ООО «РЦ Плино» и др.) играют более заметную роль. Однако

российские разработки в данной сфере в большинстве случаев являются аналогами уже существующих зарубежных технологий.

Компании – пользователи технологий

Крупные российские компании преимущественно применяют импортируемые технологии. Ряд из них производит и поставяет продукцию (например, биологический материал) для отечественных скотоводческих хозяйств. В частности, в сфере трансплантации эмбрионов выделяется российско-белорусская компания «Бетагран Липецк», которая, применяя новейшие зарубежные технологии и разработки, производит эмбрионы крупного рогатого скота на территории России для проведения их трансплантации в племенных хозяйствах и фермах.

Многие крупные агрохолдинги (ГК «ЭкоНива», Мираторг, ГК «Заречное» и др.), применяя зарубежные и отечественные технологии, сами занимаются племенной работой в своих племенных хозяйствах. Так, Мираторг и ГК «Заречное», помимо имеющихся у них племенных хозяйств, построили центры, где занимаются геномной селекцией своего стада. Это способствует росту производительности и занимаемой данными компаниями доли рынка.

Важнейшей составляющей производительности как молока, так и мяса является кормовая база. Большинство крупных агрохолдингов (ГК «ЭкоНива», Агрокомплекс им. Н.И. Ткачева, Мираторг и др.) имеют собственные поля, где выращивают кормовые культуры для своего скота, что является их преимуществом по отношению к хозяйствам, закупающим корма.

Молочное скотоводство одним из первых среди других животноводческих секторов стало использовать цифровые технологии управления производством (например, системы радиочастотной идентификации животных, автоматизированное управление доением (доильные роботы), кормлением, создание микроклимата на ферме, автоматическое навозоудаление и т.д.). Крупные хозяйства закупили коров голштинской породы или провели голштинизацию российских пород. Крупнейшие производители молока в России – это ГК «ЭкоНива», Агрокомплекс им. Н.И. Тка-

чева и АХ «Красный Восток», Русмолоко и др. (рис. 2.7 и Приложение 2). Однако цифровизацию своего хозяйства в молочном скотоводстве пока проводят только самые крупные молочные комплексы с поголовьем более 800 коров, которые составляют около 4,3% от общего числа ферм. На них приходится более 30% производимого в России молока [2.18].

Крупные производители говядины – это Мираторг, Агрокомплекс им. Н.И. Ткачева, АХ «Красный Восток», АГ «Хорошее дело», ГК «Заречье», которые занимаются и другими направлениями сельхозпроизводства (Приложение 2). Они используют специализированные мясные породы, а также цифровые системы мониторинга за здоровьем, роботизированные системы кормле-

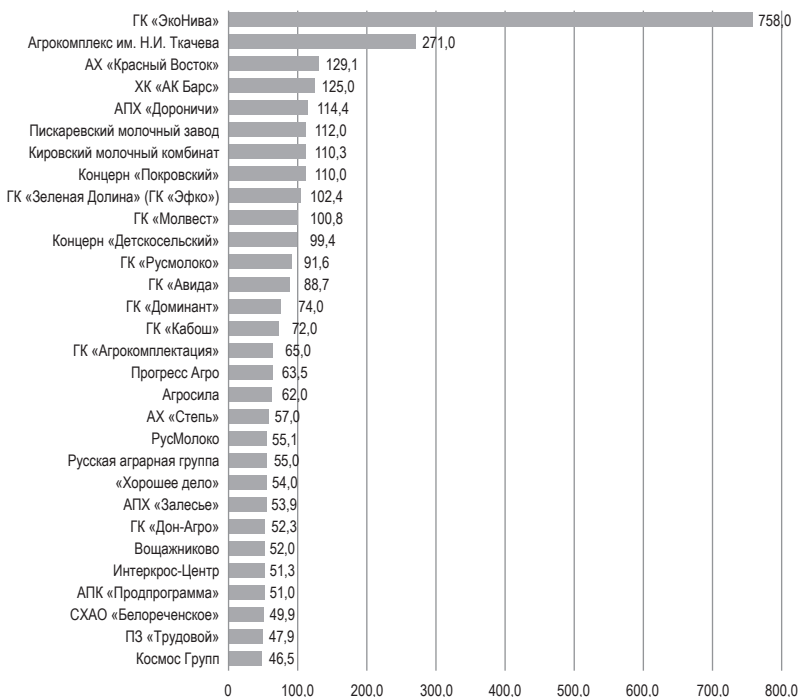


Рисунок 2.7. Крупнейшие производители молока в России по валовому надоя (2019), тыс. т

Источник: [2.17]

ния, выпаивания, создания благоприятных условий содержания (температуры воздуха, влажности и т.д.).

В стране для продвижения и развития животноводческой отрасли по инициативе самих фермеров создаются отраслевые союзы и ассоциации. Они выполняют в основном лоббистские и популяризаторские функции. Например, в мясном скотоводстве это Национальный союз производителей говядины (далее – НСПГ), созданный в 2010 г., куда входят более 70 предприятий из 38 регионов РФ. В задачи НСПГ входят популяризация отрасли мясного скотоводства, привлечение внимания к его развитию со стороны государства и общества, системная работа по поддержке отрасли и т.д. Есть также Национальная ассоциация скотопромышленников, Национальная ассоциация заводчиков калмыцкого скота и др.

2.3. Периодизация развития отечественных технологий

Разработка технологий

Анализ технологического развития проводится в хронологическом порядке. Были выделены три периода: 1) советский (для понимания того, какой базой располагала страна после распада СССР); 2) ранний постсоветский (его следует выделить в связи с тем, что в первые годы после распада СССР экономический кризис привел к существенным трансформациям, которые необходимо проследить; он ограничен 2006 г., когда был принят приоритетный национальный проект – «Развитие АПК» (2006–2007) (см. подробнее п. 2.4), что стало своеобразной точкой отсчета по возобновлению создания отечественных технологий и решений для АПК, а также началом некоторой стабилизации отрасли); 3) современный (он также имеет свою специфику, позволяющую выявить, какие технологические направления наиболее критичны для развития молочного и мясного скотоводства).

В табл. 2.1 суммированы данные о технологиях по указанным периодам. Технологии также разделены на три группы, в зави-

симости от степени их развития в стране в каждый из рассматриваемых периодов. Соответственно, выделяются передовые технологии, которые развивались на отечественной научно-технологической базе, отстающие отечественные технологии, а также технологии, заимствованные из-за рубежа.

Таблица 2.1. Хронология развития мясного и молочного скотоводства в России

Период	Передовые технологии	Отстающие технологии	Заимствованные технологии
Биотехнологии и селекция			
Советский	Метод оценки «дочери – сверстницы» (ДС)	Трансплантация эмбрионов, селекция собственных пород	
Ранний постсоветский		Метод оценки «дочери – сверстницы» (ДС)	Технологии искусственного осеменения, генетика голштинов (голштинизация)
Современный		Метод оценки «дочери – сверстницы» (ДС)	Методы оценки племенной ценности, технологии искусственного осеменения и трансплантации эмбрионов, генетика
Ветеринария			
Советский	Вакцины, препараты, антибиотики, витамины		
Ранний постсоветский		Вакцины, препараты, антибиотики, витамины	Готовые вакцины и препараты
Современный		Вакцины, препараты, антибиотики, витамины	Готовые вакцины и препараты

Кормопроизводство

Советский	Технологии кормления (рацион и т.д.), технологии силосования, комбикорма	Удобрения, ядохимикаты	Удобрения, ядохимикаты, комбикорма
Ранний постсоветский		Технологии кормления (рацион и т.д.), технологии силосования, комбикорма, удобрения, ядохимикаты	Технологии кормления, гормоны в качестве добавок для роста
Современный		Технологии кормления (рацион и т.д.), технологии силосования, комбикорма, удобрения, ядохимикаты	Технологии кормления, гормоны в качестве добавок для роста

Автоматизация, роботизация и информационные технологии

Советский	Поточно-цеховая система производства молока		Технологии создания животноводческих комплексов, автоматизированные доильные системы, системы автоматизированного учета
Ранний постсоветский			Автоматизированные доильные системы, системы автоматизированного учета Готовые решения (роботизированные системы, цифровые системы и т.д.)
Современный		Цифровые системы учета и мониторинга, <i>RFID</i> -сенсоры и датчики	Готовые решения (роботизированные системы, цифровые системы и т.д.)

Источник: составлено авторами

Советский период

Биотехнологии и селекция. Основным отличием советской селекции от западной, в первую очередь от американской, являлось то, что перед ней ставились цели не максимального увеличения производства, а адаптированности пород к местным условиям. Для улучшения генетического потенциала крупного рогатого скота еще в 30-х годах прошлого века использовали зарубежный (по большей части немецкий и нидерландский) генетический материал. Импортированных животных скрещивали с местным низкопродуктивным скотом. Результатом было выведение большого числа *советских пород* крупного рогатого скота, не отличающихся высокой продуктивностью. Поощрялось разведение «районированных» типов и «областных» пород скота. Считалось, что они лучше всего адаптированы к местным условиям. Получаемые породы, в отличие от западных, не были узкоспециализированными мясными или молочными, а в той или иной степени универсальными (молочно-мясными или мясо-молочными).

В Советском Союзе долгое время генетика отвергалась, вместо нее вплоть до конца 60-х годов была принята мичуринская агробиология [2. 19], что привело к отрыву советского племенного дела и технологий селекции от науки и технологий стран Запада. Мичуринская биология отвергала важную роль хромосом в передаче наследственных признаков, придерживаясь мнения, что полезные признаки можно получить через внешнее воздействие. Селекция и бонитировка проводились исключительно по фенотипам, генетические исследования не проводились. Впоследствии, после постепенного признания генетики, были заимствованы некоторые, для того времени инновационные технологии. Примером может служить *метод оценки племенной ценности скота «дочери – сверстницы» (ДС)*, который в СССР стали внедрять с 1979 г. Данный метод начал применяться в США, где он позволил увеличить точность оценки, снизив влияние внешних факторов на результат, с 1962 г. В 1974 г. он был модернизирован американцами с возможностью ранжировки не только коров, но и быков по их племенной ценности. Однако с конца 80-х годов

в США и в других западных странах перешли на более совершенный и точный метод *BLUP*.

Ученые СССР первыми сделали научные открытия и осуществили разработки в области *искусственного осеменения*. В частности, еще в 1940-х гг. советские ученые создали прогрессивные для того времени технологии (безманежное получение спермы, капсульный метод осеменения), сконструировали новые устройства для осеменения животных и т.д. В 1947 г. советскими учеными, академиком ВАСХНИЛ В.К. Миловановым, доктором биологических наук И.И. Соколовской и И.В. Смирновым впервые в мире была доказана способность сперматозоидов сохранять свою жизнеспособность после замораживания (криоконсервации) и последующего оттаивания и давать начало жизнеспособному потомству. Однако по массовому внедрению данных технологий в отрасль Советский Союз в 50–60-х годах отстал от стран Запада.

С конца 70-х годов в СССР разрабатывались отечественные технологии *трансплантации эмбрионов*. В частности, в 1980 г. был получен первый теленок после пересадки из замороженно-оттаянного эмбриона [2.20], а на следующий год – уже более 100 телят [2.21]. Однако распад СССР воспрепятствовал массовому внедрению данных технологий.

Ветеринария. В СССР ветеринария была развитым направлением с передовыми технологиями, что частично связано с тем, что данные технологии применялись в военной сфере, куда ресурсы направлялись в приоритетном порядке.

В ветеринарии того периода особое место занимала гельминтологическая школа, созданная академиком К.И. Скрябиным, с ее принципом девастации (дегельминтизация, химиотерапия, антибиотикотерапия, фаготерапия, дезинфекция), который применялся по всей стране для борьбы с заболеваемостью животных фасциолезом, мониезиозом, диктиокаулезом, аскаридатозами, ценурозом, эхинококкозом. Согласно этому принципу в хозяйствах проводились биотермическая дегельминтизация навоза, работа ветеринарно-санитарного надзора по обезвреживанию продуктов животного происхождения и биологическая дегельминтизация пастбищ методом их регулярной смены. Применялась

вакцинация скота с целью повышения резистентности животных в отношении гельминтов.

Еще в 30–40-х годах были созданы вакцины против сибирской язвы с эффективностью при двукратной вакцинации 90% [2.22], против оспы животных (гидроокись алюминиевая вакцина), сыворотка реконвалесцентов против ящура, цитотоксическая антиретикулярная сыворотка Богомольца и мн. др. [2.23].

СССР сам обеспечивал себя вакцинами и антибиотиками против болезней крупного рогатого скота, а также витаминами. Незначительная часть препаратов импортировалась из бывших социалистических стран: ГДР, Югославии, Венгрии. Советские ветеринарные технологии экспортировались в страны Восточной Европы, Латинской Америки, Азии и Африки.

Кормопроизводство. Советский Союз обладал передовыми технологиями кормления и кормопроизводства. Еще в 30-е годы проводились НИОКР с целью увеличения полезных свойств кормовых культур и поиска сбалансированного рациона для повышения производительности скота (академик И.С. Попов, М.И. Дьяков). На основании данных исследований были разработаны *отечественные нормы кормления крупного рогатого скота*, которые были стандартизированы и начали широко использоваться по всей стране.

Для увеличения производительности кормовых культур необходимо использование удобрений и ядохимикатов (пестицидов, инсектицидов) в целях борьбы с вредителями и сорняками. Для этого в СССР широко применялись как органические удобрения (навоз, торф, компост, материалы животного происхождения (мука из переработанной крови, костная мука, кожсырье, копыта, рога)), так и минеральные удобрения (азотные, фосфорные, калийные и т.д.) и ядохимикаты для борьбы с вредителями, являющиеся продукцией химической промышленности.

Однако, несмотря на наличие научно-технологических заделов, технологии создания минеральных удобрений и ядохимикатов были частично заимствованы (например, до 70-х годов в качестве пестицида широко использовали ДДТ, созданный зарубежными учеными, но производимый на советских заводах). Отечественные технологии минеральных удобрений включали

в себя переработку и обогащение фосфатов (получение апатитового концентрата для производства фосфорных удобрений), технологию электровозгонки фосфора (получение фосфора из фосфатов) и др.

Научные теории советских ученых (например, теория сахарного минимума) послужили основой для разработки технологий силосования кормов не только в СССР, но и за рубежом.

Несмотря на то что рацион крупного рогатого скота в основном состоит из грубых и сочных кормов, фуражного зерна, для полноценного и сбалансированного питания необходимы также комбикорма. Производство комбикормов в СССР налаживалось с 20-х годов, однако некоторые технологии заимствовались [2.24]. Его объемы непрерывно росли, достигнув максимума к концу 80-х годов. В целом технологии и производство комбикормов полностью удовлетворяли потребности советского скотоводства.

Автоматизация, роботизация и информационные технологии. В сфере автоматизации процессов в скотоводстве СССР по большей части догонял западные страны. Соответствующие технологии частично заимствовались, частично дорабатывались и на их основе создавались другие.

Наиболее передовой советской технологией автоматизации процессов, применяемой с 70-х годов в животноводческих комплексах, является *поточно-цеховая система производства молока*, которая сохранилась и до настоящего времени.

Примером доработки заимствованных зарубежных технологий может служить создание *автоматических доильных систем* типа «Карусель», которая впервые была создана в США в 1929 г. («Карусель» на 50 мест). В СССР в конце 50-х годов на основе данной технологии были созданы отечественные автоматические доильные аппараты и их последующие модификации («Елочка», «Омичка» и др.). В 1969 г. были разработаны коровники с советской *конвейерной технологией доения*, созданию которой предшествовали глубокие фундаментальные исследования биологических и технических аспектов поведения животных и функционирования конвейера [2.25]. Основу этой технологии составлял цепной конвейер, к которому на гибкой связи были привязаны животные.

Исходя из идеи применения ЭВМ в скотоводстве, на основе западных систем учета в конце 70-х годов была разработана отечественная *компьютерная система учета «СЕЛЭКС»*.

Ранний постсоветский период

Биотехнологии и селекция. В результате резкого сокращения господдержки науки и образования в начале 90-х годов многие работы в сфере научных исследований и создания технологий для животноводства были приостановлены, что привело к значительному отставанию России. В частности, в этот период практически полностью остановились работы в области биотехнологий – селекции, искусственного осеменения, трансплантации эмбрионов [2.21] и других направлений.

Однако в страну начали завозиться зарубежные биотехнологии и генетический материал (как самих животных, так и материал для искусственного осеменения). В 90-е годы начался новый этап скрещивания местных пород с завозимыми из-за рубежа породами, особенно с голштинами (началась голштинизация российского крупного рогатого скота). В связи с массовым импортом зарубежных животных возникла проблема их адаптации к российским условиям (природно-климатическим, условиям кормления, содержания и т.д.). Данную проблему частично помогают решить технологии трансплантации эмбрионов, поскольку они позволяют избежать климатического стресса, испытываемого завезенными из-за рубежа животными, и получить полноценное потомство, адаптировавшееся к местным условиям (в процессе эмбриогенеза опосредованно, через организм реципиента местной породы) [2.26]. Для этого уже в современный период импортируются эмбрионы; также небольшое их количество производится в самой России.

Для оценки племенной ценности вследствие невозможности внедрения в российские хозяйства более совершенных зарубежных методов (ввиду отсутствия референтной популяции и др.) в 90-х годах продолжал использоваться морально устаревающий метод «дочери – сверстницы» (ДС).

Ветеринария. Кризис 90-х имел отрицательное воздействие и на ветеринарию. После сокращения государственного финансирования многие разработки приостановились. Существовавшие с советского времени продукты (в частности, препараты от инфекционных болезней, антибиотики и т.д.) были востребованы, однако они начали устаревать из-за мутаций вирусов и бактерий под воздействием окружающей среды, а также антибиотикотерапии. Вместе с импортом зарубежных, не адаптированных к российской эпизоотической обстановке животных завозились также новые заболевания, против которых российская ветеринария не имела эффективных средств профилактики и борьбы. Помимо этого, российские лаборатории могли идентифицировать не все новые болезни крупного рогатого скота. Начался импорт зарубежных препаратов, антибиотиков и вакцин, а также диагностического оборудования. Антибиотикотерапия ограничивается из-за негативного воздействия на здоровье людей и возможной адаптации к ним болезнетворных организмов.

Кормопроизводство. В кормопроизводстве и в создании связанных с ним технологий также прослеживался спад. Продолжали использоваться старые советские разработки. Несмотря на некоторые недостатки, вплоть до настоящего времени советские технологии силосования и сенажирования остаются основными методами консервирования объемистых кормов [2.27].

Вместе с импортом зарубежных высокопроизводительных животных в некоторых хозяйствах стали применять американские технологии кормления и нормы рациона, поскольку для данных пород советский рацион кормления не подходил.

Начали импортироваться и применяться также гормональные препараты и антибиотики в качестве пищевых добавок для увеличения производительности скотоводства (как выхода говядины, так и молока), несмотря на официальный запрет и неодобрение применения стероидных гормонов в России (таких как рекомбинантный бычий соматропин (*rBST*) [2.28], тренболон, рактопомин и др.) [1.68].

В 90-х годах производство комбикормов резко снизилось, а комбикормовая промышленность потеряла свои лидирующие позиции. Спрос на комбикорма для крупного рогатого скота стал

снижаться и из-за резкого уменьшения его численности в стране, а также относительно высокой стоимости кормов.

Автоматизация, роботизация и информационные технологии. В 90-х годах на российском рынке появились западные технологии и готовые решения по автоматизации, роботизации и информатизации. Внедрялись импортруемые персональные компьютеры и Интернет, с помощью которых велся учет в хозяйствах. Помимо применяемой советской системы учета «СЕЛЭКС», импортировались зарубежные информационные технологии и системы учета. Отставание в области отечественных разработок систем автоматизации от зарубежных технологий увеличилось.

Современный период

Биотехнологии и селекция. В современный период возрос импорт зарубежных биотехнологий в Россию. Большинство инновационных разработок сегодня заимствуется. Импортируются как сами технологии, так и генетика (животные и генетический материал).

Заимствуются и внедряются зарубежные методы геномной селекции и оценки племенной ценности скота (*BLUP*), которые должны заменить советский метод оценки «дочери – сверстницы» (ДС). Однако *BLUP* в России пока не может полноценно и повсеместно применяться из-за отсутствия всероссийской референтной популяции крупного рогатого скота. Поэтому до сих пор в большинстве случаев продолжает использоваться уже устаревший метод «дочери – сверстницы» (ДС), вследствие чего российская селекция по точности отстает от зарубежной.

В России сегодня не создано *национального индекса комплексной племенной ценности крупного рогатого скота*, который позволил бы российскому скотоводству обеспечить себя собственным генетическим материалом, а позже выйти на зарубежные рынки, экспортируя отечественных племенных животных [1.75].

Отечественные разработки в сфере искусственного осеменения и трансплантации эмбрионов имитируют зарубежные. В частности, в данном направлении в России работает ряд компаний,

в основном стартапов (Весттрейд, Новабиотек, Артэмбриоген и т.д.), которые создают технологии экстракорпорального оплодотворения (ЭКО), трансплантации эмбрионов, налаживают промышленное производство эмбрионов крупного рогатого скота, занимаются технологиями повышения результатов воспроизводства племенных животных (в том числе клонированием) [2.26].

Ветеринария. В ветеринарии продолжают проследиваться тенденции, начавшиеся в 90-х годах. Старые технологии все больше устаревают по причине мутаций возбудителей заболеваний, появляются новые заболевания.

В России есть ряд частных компаний, которые производят отечественные вакцины (Щелковский биокомбинат, Курская биофабрика – фирма БИОК, Ставропольская биофабрика, Армавирская биофабрика и т.д.), однако существует проблема низкого качества отечественных препаратов. В связи с этим готовые зарубежные препараты и антибиотики в больших объемах импортируются. В Россию завозятся препараты крупнейших зарубежных производителей (*Intervet* (Голландия), *Merial* (Франция), *Pfizer* (США), *Lohmann* (Германия)) [2.29]. Однако импорт не решает всех проблем и даже может стать источником новых: в частности, некоторые зарубежные препараты могут навредить здоровью животных, не имеющих в силу региональных и породных особенностей устойчивости к ним. Это актуализирует задачу разработки качественных отечественных препаратов, отвечающих всем современным требованиям.

Кормопроизводство. В кормопроизводстве позитивной тенденцией стало увеличение производства кормовых культур после резкого спада 90-х годов, в результате чего объемы производства комбикормов также начали восстанавливаться.

Вместе с тем для организации «умных ферм» с высокопроизводительным, специализированным крупным рогатым скотом возрастает импорт зарубежных технологий кормления. Многие более мелкие неспециализированные хозяйства с менее производительными породами продолжают применять старые отечественные технологии.

Автоматизация, роботизация и информационные технологии. В современный период в России, как и в других странах,

стала внедряться зарубежная концепция «зеленых технологий», «умной фермы» на основе импортируемых технических решений (Интернета вещей, машинного обучения, *Big Data*, сенсоров и датчиков, биочипов и т.д.). Создаваемые в стране технологии являются аналогами и имитациями зарубежных разработок, но уступают им в точности и качестве.

На базе заимствованных сенсорных технологий после 2010 г. стали выпускаться отечественные сенсоры и *RFID*-метки, предназначенные для автоматизированной идентификации и учета животных по стандартам *ISO 11784* и *ISO 11785*.

Из прежних технологий продолжает применяться модернизированная и доработанная под современные требования скотоводства система «СЕЛЭКС». Это единственная официально принятая государством система учета скотоводческого хозяйства и мониторинга стада.

Деятельность по внедрению технологий

Внедренческая деятельность была непосредственно связана с развитием технологий, и ее также можно проследить в трех периодах. На рис. 2.8 показаны хронология внедрения технологий и данные о росте производительности крупного рогатого скота (производства молока на одну корову в год и выхода говядины с единицы забитого скота).

Советский период

1930–1970 гг. советского периода можно условно назвать этапом механизации и автоматизации животноводства. В 30–40-е годы были введены племенные книги, начали создаваться советские универсальные породы крупного рогатого скота (со скрещиванием с более производительными зарубежными породами), внедрялись отечественные технологии кормления и рацион, технологии силосования кормов. В стране было налажено производство сывороток против столбняка, анатоксина, бактериофагов, вакцины СТИ, оспенной вакцины и других препаратов. Еще в 30-х годах были ликвидированы повальное

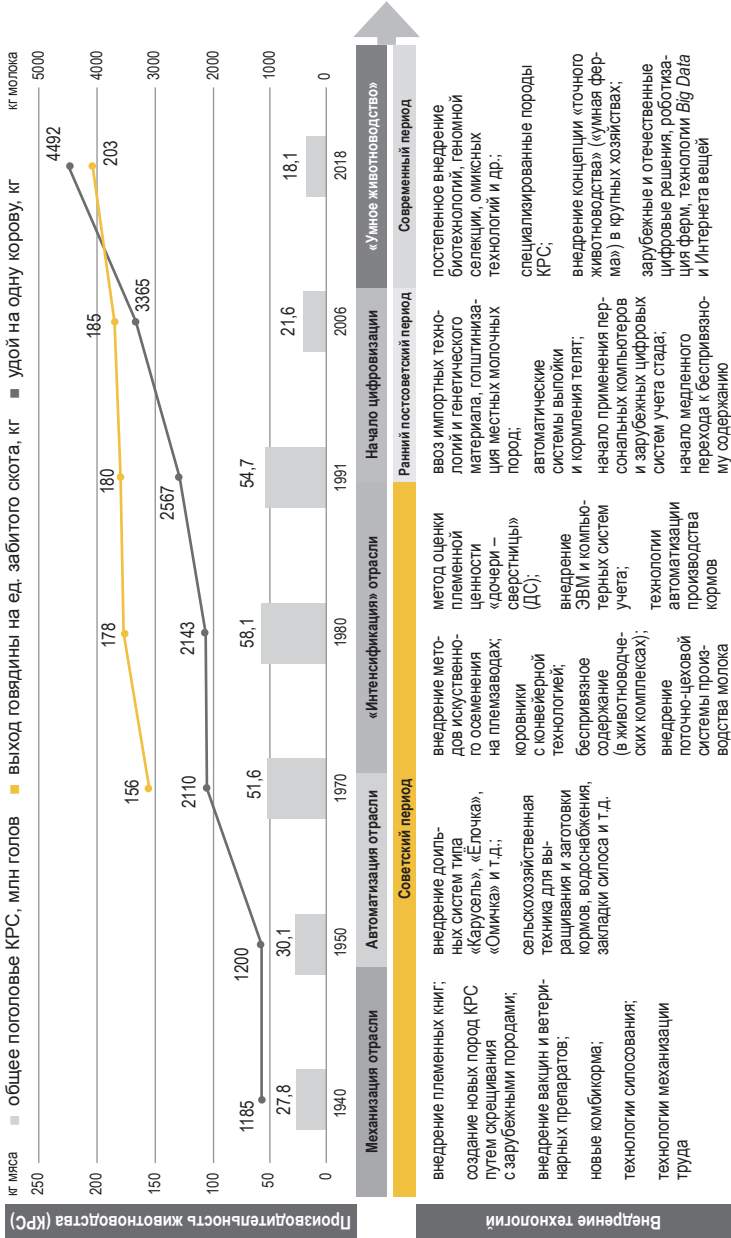


Рисунок 2.8. Хронология внедрения технологий и производительность скотоводства в РФ/СР / России
 Источник: составлено авторами на основе данных из [1, 8, 2.7, 2.30]

воспаление легких крупного рогатого скота, уменьшилось число вспышек сибирской язвы. Вследствие применения органических и неорганических удобрений, использования ядохимикатов увеличилась урожайность кормовых культур.

За 10 лет (1940–1950 гг.) произошел небольшой рост производительности молока в связи со Второй мировой войной. Средний удой с одной коровы во всех хозяйствах страны вырос на 15 кг (с 1185 кг в 1940 г. до 1200 кг в 1950 г.). поголовье выросло на 2,3 млн голов.

С 50-х годов увеличилась автоматизация производства с широким внедрением доильных установок типа «Карусель», была создана сеть ветеринарных учреждений, более широко использовались вакцины и ветеринарные препараты. В 1950–1970 гг. средний годовой удой на корову в колхозах и совхозах повысился в 1,8 раз (с 1200 кг до 2110 кг молока). На племенных заводах и в отдельных опытных хозяйствах продуктивность некоторых коров превысила 5000 кг. Производство молока в СССР в 1950 г. составило 35,3 млн т, в 1974 г. – 91,8 млн т, говядины – 2,3 и 6,4 млн т соответственно [2.31].

В 1970-х гг. началась «интенсификация отрасли». Согласно Постановлению ЦК КПСС, Совмина СССР от 16 апреля 1971 г. № 226 «О развитии производства продуктов животноводства на промышленной основе» [2.32] в СССР начали строиться крупные специализированные предприятия промышленного типа – животноводческие комплексы, представляющие собой крупные механизированные хозяйства с возможностью использования наиболее совершенных на то время технологий производства (в том числе автоматизированных конвейерных линий), а также беспривязного содержания. В них начала внедряться и широко применяться поточно-цеховая система производства молока.

В 70–80 годы во многих комплексах страны были построены конвейерные доильные установки на 38–50 мест. Несмотря на прогрессивность концепции животноводческих комплексов, их использование в СССР по причине неэффективной организации труда, недостатков в обеспечении полнорационного сбалансированного кормления, отсутствия на тот момент систем идентификации животных и программ управления стадом, которые могли

бы снизить влияние человеческого фактора и плохой организации, в конечном счете обернулось неудачей, как и опыт внедрения в стране беспривязного содержания. В итоге были массовые заболевания коров маститом, высокий уровень выбраковки, что привело к тому, что технологии беспривязного содержания стали переводить обратно на привязь и доение в стойлах [2.25, 2.33].

В 70-х годах начала внедряться сельскохозяйственная техника для выращивания и заготовки кормов, водоснабжения, закладки силоса и т.д. Однако удои на одну корову во всех хозяйствах выросли незначительно – с 2110 кг до 2143 кг, а средний выход говядины на единицу забитого скота – со 156 кг до 178 кг, что связано в целом с описанной выше неудачей в применении концепции животноводческих комплексов. Для сравнения: в 1980 г. в США удои на одну корову составляли 5394 кг, а выход говядины с единицы скота – 272 кг.

В 1980-х гг. начали внедряться компьютерные технологии на базе ЭВМ, в том числе первая в стране информационно-аналитическая система «СЕЛЭКС», удостоенная Премии Совета Министров СССР [2.34]. Тогда же появились автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУТП) со взвешиванием животных, управлением доением, системами распознавания скота и т.д. [2.18], многие из которых используются в российских хозяйствах до сегодняшнего времени.

В конце советского периода (в 1990 г.) благодаря внедренческой деятельности производительность скотоводства достигла следующих результатов: удой на одну корову в колхозах и совхозах составил около 2400 кг (против 2143 кг в 1980 г.), а средний выход говядины на единицу забитого скота – около 204 кг (против 178 кг в 1980 г.) [1.8]. Несмотря на значительное увеличение производительности, показатели были ниже, чем в развитых странах. Например, в США [1.8] в том же году средний удой на корову составлял 6625 кг (выше в 2,76 раз), а выход говядины – около 300 кг (выше в 1,47 раз) на единицу забитого скота.

Отставание СССР по производительности крупного рогатого скота было в первую очередь обусловлено слабым внедрением генетических технологий и универсальностью пород, а следовательно, низким уровнем специализации хозяйств. Передовая советская

ветеринария и кормопроизводство с некоторой автоматизацией и интенсификацией хозяйств не смогли значительно повысить продуктивность малопродуктивных универсальных пород.

Ранний постсоветский период

В 90-е годы поголовье крупного рогатого скота начало резко снижаться. В условиях глубокого экономического кризиса (особенно в сельском хозяйстве), а также из-за увеличения конкуренции как на внутреннем, так и на глобальном рынке хозяйства стали массово избавляться от местного низкопродуктивного скота. С другой стороны, прослеживался массовый импорт зарубежных высокопродуктивных пород (в первую очередь голштинов) и их генетического материала. Скрещивание с местным скотом вызвало процесс голштинизации местных пород, который начал увеличивать производительность молока.

Данный период считается началом цифровизации отрасли, включая применение персональных компьютеров. С 1995 г. в хозяйствах стали проводить реконструкцию молокопроводов и вакуумпроводов, устанавливать современные зарубежные доильные аппараты, вакуумные насосы и охладители молока, ввозить и использовать импортные мобильные кормораздатчики. С конца 1990-х и в начале 2000-х гг. в России в некоторых крупных хозяйствах начали применять беспривязное содержание коров с доением в доильных залах (так же как и в животноводческих комплексах 70-х годов, но вместе с цифровизацией процесса доения и контроля (мониторинга) за здоровьем животных). С 2000 г. начали внедряться импортные автоматизированные системы выпойки телят и автоматическая раздача комбикорма. Начался медленный переход к беспривязному содержанию крупного рогатого скота.

Применение зарубежных технологий и генетического материала увеличило производительность молочного скотоводства. Если в 1991 г. средний удой на одну корову по всем хозяйствам страны составлял 2567 кг, то через 15 лет, в 2006 г., он возрос на 798 кг и составил 3365 кг. Средний выход говядины на единицу забитого скота, который в 1991 г. составлял 180 кг, в 2006 г. возрос на 5 кг

и достиг 185 кг. Однако в США в 2006 г. средний удой на корову был больше в 2,6 раза [1.8], а выход говядины с одного животного – в 1,76 раза. Таким образом, разрыв по производительности молока немного сократился, но по выходу говядины увеличился.

Современный период

В современный период в российское скотоводство стали шире внедряться современные биотехнологии (геномная селекция, омиксные технологии, искусственное осеменение, трансплантация эмбрионов), что может улучшить генетический потенциал и производительность крупного рогатого скота.

Благодаря голштинизации местного скота в 90-х годах и постоянному завозу специализированных молочных (голштинов) и мясных пород (ангусов, герефордов), а также применяемым технологиям искусственного осеменения в России в современный период стали проследиваться тенденции углубления процессов специализации молочного и мясного скотоводства (развития мясного скотоводства как отдельной отрасли).

В нескольких крупных российских агрохолдингах мясное скотоводство (производство говядины) вышло на новый, более специализированный уровень с внедрением и применением мясных пород скота, системы ферм «корова – теленок», фидлотов и т.д. Агрохолдинги и крупные хозяйства в современный период являются локомотивами использования инновационных технологий в животноводство. Там реализуется концепция «точного животноводства» и «умной фермы» («умного животноводства»), основанной на широком применении технологий обработки больших данных, Интернета вещей и роботизации процессов.

Во многих крупных хозяйствах прослеживаются интеграция компьютерных селекционных программ и программ управления стадом, поставляемых с доильным оборудованием, формирование компьютеризированных систем управления стадом, используются доильные роботы [2.35]. Данные технологии снижают ресурсозатраты хозяйств, позволяют лучше следить за здоровьем и жизнедеятельностью животных, существенно улучшают условия их содержания.

В 2018 г. удой на одну корову во всех типах хозяйств достиг 4492 кг, что на 1127 кг выше показателя 2006 г. (3365 кг); средний выход говядины на единицу забитого скота увеличился на 18 кг и составил в 2018 г. 203 кг. Для сравнения: в США удой на одну корову в 2018 г. был больше в 2,27 раза, а средний выход говядины на единицу забитого скота – в 1,79 раза. Благодаря более широкому применению инновационных технологий темпы отставания России от западных стран стали сокращаться. Однако по абсолютным показателям она пока сильно уступает технологически развитым государствам. Улучшение генетики и начало применения современных биотехнологий в современный период являются основными факторами, увеличившими производительность российского крупного рогатого скота по сравнению с советским периодом, несмотря на общее снижение его поголовья.

2.4. Государственная политика по развитию технологий скотоводства

Первым законодательным актом в области животноводства, принятым в постсоветский период, был Федеральный закон от 3 августа 1995 г. № 123-ФЗ «О племенном животноводстве» [2.36]. Он установил правовую основу для деятельности по разведению племенных животных, производству и использованию племенной продукции (материала), определил полномочия государственной племенной службы по регулированию этой деятельности, а также права и обязанности граждан и юридических лиц в области племенного животноводства. Данный Федеральный закон требует обязательной государственной регистрации племенных животных и племенных стад – ведения учета сведений о племенных животных и племенных стадах соответственно в государственной книге племенных животных и государственном племенном регистре в целях идентификации, определения происхождения и установления продуктивности племенных животных и племенных стад. Он также регулирует вопросы государственного стимулирования племенного животноводства. В частности,

указывается, что организациям по племенному животноводству могут в установленном порядке предоставляться гарантии, льготные кредиты, налоговые и иные льготы. Финансирование племенной работы осуществляется из федерального бюджета. Это создало основу для организации племенного дела в России в ранний постсоветский и современный периоды.

В табл. 2.2 представлены указы Президента РФ, которые оказали влияние на направление государственной политики в животноводческой отрасли.

Таблица 2.2. Указы Президента РФ, в которых затрагивается отрасль животноводства

Наименование указа	Значение для развития животноводства
Указ Президента РФ от 21 октября 2005 г. № 1226 «О Совете при Президенте Российской Федерации по реализации приоритетных национальных проектов и демографической политике» (утратил силу)	Старт реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК» (2006–2007), где выделена отрасль животноводства.
Указ Президента РФ от 6 августа 2014 г. № 560 «О применении отдельных специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности Российской Федерации»	Запрет на импорт мясных и молочных продуктов, импортозамещение продукции скотоводства.
Указ Президента РФ от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства»	Разработка и реализация комплекса мер, направленных на создание и внедрение до 2026 г. конкурентоспособных отечественных технологий в областях производства племенной продукции (материала) по направлениям отечественного племенного животноводства; производство высококачественных кормов, кормовых добавок для животных и лекарственных средств для ветеринарного применения; производство пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения для применения в сельском хозяйстве.

Указ Президента РФ от 28 ноября 2018 г. № 680 «О развитии генетических технологий в Российской Федерации»

Решение задач ускоренного развития генетических технологий, в том числе технологий генетического редактирования, обеспечения разработки биологических препаратов, диагностических систем и иммунобиологических средств.

Источник: составлено авторами

В 2005 г. с началом концентрации ресурсов появился Указ Президента РФ от 21 октября 2005 г. № 1226 «О Совете при Президенте Российской Федерации по реализации приоритетных национальных проектов и демографической политике» [2.37], где отрасль животноводства была указана в числе областей государственной поддержки.

В 2014 г. Указ Президента РФ от 6 августа 2014 г. № 560 «О применении отдельных специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности Российской Федерации» [2.38] ввел запрет на импорт продуктов из стран, поддержавших экономические санкции против России, с приоритизацией политики импортозамещения продукции животноводства. В список вошли мясные и молочные продукты из США, стран ЕС, Австралии, Канады, Норвегии др. В 2017 г. был введен запрет на импорт говядины из Бразилии – крупнейшего импортера мяса в Россию – из-за обнаружения в ней рактопамина (биодобавки для роста мышечной массы) [2.39]. Однако в 2018 г. он был частично отменен для нескольких предприятий [2.40]. Данные ограничения должны были стимулировать отечественное производство животноводческой продукции.

В 2016 г. был издан Указ Президента РФ от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технологической политики в интересах развития сельского хозяйства», где среди наиболее приоритетных технологий для отрасли животноводства указываются биотехнологические направления и технологии кормопроизводства. Отдельно в целях развития генетических технологий был издан Указ Президента от 28 ноября 2018 г. № 680 «О развитии генетических технологий в Россий-

ской Федерации». Он предполагает среди прочего ускоренное развитие биотехнологий в сфере сельского хозяйства (в том числе животноводства), а также подготовку кадров в этой области. Заказчиком – координатором соответствующей программы было назначено Министерство науки и высшего образования РФ, головной научной организацией – ФГБУ «Национальный исследовательский центр „Курчатовский институт“», в обязанности которого входит организация проведения экспертизы результатов реализации указанной программы, оценки потенциала их коммерциализации, а также аналитическое и методическое обеспечение данной программы [2.41]. В НИЦ «Курчатовский институт» входит ФГБУ «Институт молекулярной генетики», имеющий соответствующие лаборатории и специалистов для реализации поставленной задачи [2.42].

Фактическая реализация мер по развитию животноводства происходила на уровне программ и проектов. Основные из них представлены в табл. 2.3.

Согласно приоритетному национальному проекту «Развитие АПК» (2006–2007), животноводство (в том числе скотоводство) было отнесено к числу приоритетов. Для его развития была внедрена кредитная форма финансирования хозяйств (с субсидированием процентных ставок) вместо имевшего место еще с советских времен прямого госфинансирования. Другой особенностью данной программы стала поддержка малых хозяйств, а также крупных игроков с условием их экономической деятельности в сфере животноводства [2.43].

В результате реализации указанного проекта производство молока к 2009 г. увеличилось на 4,5%, удалось замедлить темпы снижения поголовья крупного рогатого скота в стране, но производство говядины упало на 5%, поскольку этому направлению уделялось недостаточное внимание. Названный проект также не устанавливал ориентиров по увеличению производительности молока (удоев) и говядины на единицу крупного рогатого скота, и, таким образом, не было индикаторов, которые стимулировали бы рост производительности.

Вслед за приоритетным проектом по развитию АПК появилась государственная программа развития сельского хозяйства

Таблица 2.3. Программы (проекты) по развитию скотоводства в РФ и их реализация

Название программы (проекта)	Основные задачи в области мясного и молочного скотоводства	Индикаторы достижения целей в мясном и молочном скотоводстве	Фактическая реализация
<p>Приоритетный проект «Развитие АПК» (2006–2007)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ускоренное развитие скотоводства; • стимулирование развития малого бизнеса в АПК 	<ul style="list-style-type: none"> • увеличение производства мяса на 7%, молока – на 4,5%; • стабилизация поголовья крупного рогатого скота на уровне не ниже 2005 г.; • увеличение объема produkcji личных подсобных хозяйств и крестьянских (фермерских) хозяйств на 6% 	<ul style="list-style-type: none"> • производство говядины – сокращение на 5% (2009); • молоко – рост на 4,5% (2009); • замедление темпов сокращения поголовья крупного рогатого скота – до 1–2% в год
<p>Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 гг.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • создание предпосылок для устойчивого развития сельских территорий; • улучшение общих условий функционирования сельского хозяйства; • обеспечение ускоренного развития приоритетных подотраслей сельского хозяйства; • повышение финансовой устойчивости сельского хозяйства; • совершенствование механизмов регулирования рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия 	<ul style="list-style-type: none"> • рост производства молока на 17,8% за 2006–2012 гг.; • удельный вес племенного скота должен составить 13% от общего; • привлечение инвестиций в основной капитал сельского хозяйства за 2008–2012 гг. в размере 946,8 млрд руб.; • доведение доли российских продовольственных товаров до 70% от общего объема 	<ul style="list-style-type: none"> • рост производства молока на 1% за 2006–2012 гг.; • удельный вес племенного скота – около 13%

Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг. (продлена до 2025 г.)

- обеспечение продовольственной независимости России;
- импортозамещение мяса;
- повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции;
- развитие мясного скотоводства;
- развитие молочного скотоводства;
- обеспечение сохранности племенного маточного поголовья крупного рогатого скота;
- модернизация и ввод животноводческих комплексов

- поголовье крупного рогатого скота мясных пород – 2700 тыс. голов (2018);
- удельный вес племенного молочного скота – 12,6% (2018) и 12,8% (2020);
- производства молока – 31,3 млн т (2018);
- удельный вес отечественного молока – до 83,3% (2018);
- темп роста экспорта продукции АПК – 117,3% (2015–2018)

- поголовье крупного рогатого скота мясных пород – 2878,8 тыс. (2018);
- удельный вес племенного молочного скота – 14,2% (2016);
- производство молока – 30,6 млн т (2018);
- удельный вес отечественного молока – 84,2% (2018);
- темп роста экспорта продукции АПК – 152,1% (2015–2018)

Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг.

- создание и внедрение отечественных конкурентоспособных технологий по направлениям:
 - растениеводство и племенное животноводство;
 - корма, кормовые добавки для животных;
 - лекарственные средства для ветеринарного применения;
 - производство пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения;
 - контроль качества сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия и экспорта генетического материала
- повышение инновационной активности в сельском хозяйстве к 2025 г. до 30%;
- увеличение объема производства отечественной племенной продукции (материала) по отношению к предшествующему году на 20% (к 2025 г.);
- увеличение объема производства отечественных кормов, кормовых добавок по отношению к предшествующему году на 25% (к 2025 г.);
- увеличение объема производства отечественных лекарственных средств для ветеринарного применения по отношению к предшествующему году на 50% (к 2025 г.);

- увеличение объема производства отечественных пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения по отношению к предшествующему году на 20% (к 2025 г.)

- доля российских заявок на получение патентов на изобретения в области генетических технологий в общем количестве в мире – 2,6% (к 2027 г.);
- количество линий растений и животных, включая аквакультуру, созданных с помощью генетических технологий (нарастающим итогом) – 30 единиц (к 2027 г.)

- биобезопасность и обеспечение технологической независимости;
- генетические технологии для развития сельского хозяйства (разработка генетических технологий, применяемых в животноводстве; разработка генетических технологий, применяемых в производстве вакцин для сельскохозяйственных животных; создание линий сельскохозяйственных животных, генетически устойчивых к наиболее распространенным заболеваниям, обладающих повышенной продуктивностью и пищевой ценностью);
- создание комплекса геномно-эмбриональных технологий получения и тиражирования высокопродуктивных сельскохозяйственных животных, минимизирующего зависимость российского скотоводства от поставки генетического материала из-за рубежа

Федеральная научно-технологическая программа развития генетических технологий на 2019–2027 гг.

Источник: составлено авторами

и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 гг. [2.44]. Она была, в частности, направлена на ликвидацию причин относительно медленного развития отрасли. Для скотоводства в данной программе формулировались меры по укреплению существующей племенной базы для обеспечения через субсидии потребности отечественных сельскохозяйственных товаропроизводителей в племенной продукции (материале). Субсидии предполагалось предоставлять бюджетам субъектов РФ, обеспечившим сохранность поголовья крупного рогатого скота. По итогам реализации указанной программы удельный вес племенного скота к 2012 г. приблизился к плановым 13%.

Названная программа также предполагала проведение мероприятий по регулированию рынка всех видов мяса (говядины, свинины, мяса птицы) в целях увеличения конкурентоспособности российской мясной продукции и обеспечения импортозамещения, решения задач по повышению ее качества и т.д. Ситуация со свининой и мясом птицы улучшилась, однако к аналогичному результату в отношении производства говядины данные меры не привели, поскольку его рост не рассматривался как самостоятельная задача, а был в составе цели по наращиванию производства всех типов мяса. Не было уделено внимания росту производительности каждого животного (выхода говядины на единицу забитого скота), что могло бы стать стимулом для улучшения системы откорма мясных телят в хозяйствах, увеличения у фермеров мотивации для интенсивного откорма мясного молодняка с целью увеличения его живой массы. Не учитывались все технологические и экономические особенности и проблемы производства говядины в России (высокие экономические издержки, крайне низкая рентабельность мясного скотоводства в стране).

В молочном скотоводстве ставились цели увеличения общего производства молока на 17,8% в 2012 г. по сравнению с 2006 г. Однако плановые показатели производства молока не были достигнуты, его рост в указанный период составил всего около 1% [1.8]. Здесь, как и в случае с производством говядины, не ставилась задачи роста производительности единицы крупного рогатого скота, и потому не устанавливалось целевого индикатора

удоев на одну корову. Со снижением общей численности крупного рогатого скота в указанный период на 1,8 млн голов общий объем производства молока оказался значительно ниже целевого.

На смену этой программе пришла Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг. [2.45], которая в животноводческой отрасли ставила цель ускоренного импортозамещения мяса (всех видов) и молока; повышения конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутреннем и внешнем рынках. Некоторые индикаторы, такие как увеличение поголовья мясных пород, увеличение удельного веса племенного скота в общем поголовье, увеличение темпов роста экспорта АПК и др., были выполнены. Другие, такие как увеличение общего производства молока, достижение уровня его производства, достаточного для импортозамещения, достигнуты не были. И опять не ставились цели повышения производительности – среди индикаторов не было таких, как средний удой на корову и средний выход говядины на единицу крупного рогатого скота.

В феврале 2019 г. в указанную программу были внесены изменения – исключено из названия «2013–2020 годы», а реализация программы была продлена до 2025 г. (1 января 2013 г. – 31 декабря 2017 г. – программный этап; 1 января 2018 г. – 31 декабря 2025 г. – проектный этап) [2.46].

Среди планировавшихся мер стоит также упомянуть проект приказа Министерства сельского хозяйства РФ «Об утверждении Ветеринарных правил осуществления идентификации и учета животных» [2.47], а также приказ от 22 апреля 2016 г. № 161 «Об утверждении Перечня видов животных, подлежащих идентификации и учету» [2.48]. Приказ по Ветеринарным правилам должен был вступить в силу с 1 января 2018 г., но предложенную маркировку животных уникальными идентификационными номерами (УИН) раскритиковало Министерство экономического развития, поскольку на осуществление проекта, согласно расчетам, потребовалось бы 2 млрд руб. (а только для крупного рогатого скота 800 млн руб.). По мнению Министерства, это могло негативно повлиять на цены для конечных потребителей на про-

дукцию животного происхождения [2.49]. Был сделан вывод о наличии в названном проекте положений, вводящих избыточные обязанности, запреты и ограничения. В частности, в заключении Минэкономразвития по данному проекту отмечается, что в нем не определен сам механизм реализации присваивания идентификационных номеров животным на территории РФ; не определены необходимые людские, материальные и временные ресурсы для первичного учета животных; нет определения лиц, осуществляющих маркирование животных; вводятся необоснованные ограничения в виде запрета на повторную идентификацию животного, вследствие чего животные, утратившие ушные бирки, подлежат обязательному убою, ограничения владельцев скота в выборе способа маркирования животного исходя из их целей и задач. В данном заключении указывается также на отсутствие дифференцированного подхода к учету и идентификации животных для личных хозяйств, фермерских хозяйств, крупных товарных производств, племенных хозяйств и т.д. Наконец, в качестве проблемного аспекта подчеркивается риск неучета части поголовья скота, владельцы которого имеют материальные и инфраструктурные ограничения (например, большая удаленность при слабой транспортной инфраструктуре). По совокупности этих причин рассматриваемый приказ не был принят; планировалось, что он с поправками будет разработан к концу 2021 г. [2.50].

В 2017 г. Правительство РФ утвердило федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. [2.51]. В ней поставлены задачи формирования условий для развития научной, научно-технической деятельности и получения результатов, необходимых для создания технологий, продукции, обеспечивающих независимость и конкурентоспособность отечественного АПК, снижения уровня импортозависимости: по технологиям племенной продукции – не менее чем на 20%; по технологиям производства высококачественных кормов, кормовых добавок для животных – не менее чем на 25%; по ветеринарным лекарственным средствам – не менее чем на 50%; по технологиям производства пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения – не менее чем на 20%. Также предусматривается привлечение инвестиций в АПК; создание и внедрение технологий,

обозначенных в Указе Президента РФ от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства»; совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для АПК, ориентированной на быструю адаптацию к требованиям научно-технического прогресса.

Таким образом, в программах усиливается акцент на необходимости технологического обновления отрасли животноводства. Однако реалистичность заявленных целевых показателей, помимо макроэкономических и политических рисков, зависит от ресурсного обеспечения создания и внедрения соответствующих технологий. Для решения указанных задач на реализацию федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. предполагается выделить 51 млрд руб., в том числе 26,09 млрд руб. из федерального бюджета. Данная федеральная программа частично финансируется из средств государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в рамках ее ведомственной целевой программы «Научно-техническое обеспечение развития отраслей агропромышленного комплекса».

Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019–2027 гг. [2.52] предусматривает создание и развитие на базе научных и образовательных организаций лабораторий и центров, проводящих исследования в области генетических технологий, включая разработку биологических препаратов, диагностических систем и иммунобиологических средств. Применительно к сфере скотоводства данная программа предполагает создание ветеринарных средств (вакцин, препаратов) для профилактики и лечения заболеваний, развитие геномно-эмбриональных технологий (в том числе трансплантации эмбрионов), разработку линии растений и животных, востребованных в реальном секторе экономики.

В целом государственные меры развития технологий скотоводства прошли определенную эволюцию за постсоветский период. Изначально преобладало прямое государственное финансирование отрасли. С 2006 г. начала вводиться кредитная

форма финансирования с субсидированием процентных ставок, с дифференцированной поддержкой крупных и малых хозяйств, что в конечном итоге способствовало замедлению падения численности крупного рогатого скота и увеличению производства молока. С 2013 г. стали выдаваться субсидии на развитие племенной базы крупного рогатого скота, что повысило численность племенных животных в стране, а с 2016 г. в рамках вышеописанных действующих программ начали субсидировать также содержание товарного поголовья мясного и молочного скота. Определенный скромный эффект был достигнут: с 2016–2017 гг. производство молока возросло на 1,2%. В то же время производство говядины снизилось на ту же величину, что связано с неспособностью преодолеть в стране проблему нерентабельности мясного скотоводства в силу более поздней отдачи и больших издержек производства.

С 2017 г. была введена новая система льготного кредитования, позволяющего животноводческим организациям не отвлекать собственные оборотные средства на уплату части процентной ставки и не ожидать их последующего возврата в виде субсидий [2.53]. В том же году была введена новая единая субсидия для субъектов РФ, которые могли по своему усмотрению распределять данные средства согласно приоритетным направлениям [2.53]. С 2017 по 2019 гг. производство молока в России увеличилось почти на 4%, а производство говядины – на 2,4%, что наряду с продолжающимся снижением поголовья указывает на рост производительности животных за счет использования в хозяйствах новых технологий.

Таким образом, косвенная поддержка оказалась эффективнее прямого финансирования. Действительно, прямое финансирование приводит к вытеснению частных инвестиций, лишает компании и организации стимулов к повышению конкурентоспособности продукции. Кроме того, по оценкам специалистов, это искажает рыночные сигналы, в большей степени поддерживая крупных производителей, а также производителей ведущих регионов в ущерб малому и среднему бизнесу и отдаленным регионам [2.54]. Проблемой остается и то, что поддержка исследований и разработок в сельском хозяйстве остается на низком уровне

(3,1% от бюджета программ поддержки; для сравнения: в США – 22% [2.54]), что не дает возможности создать серьезные заделы для создания отечественных технологий.

* * *

За постсоветский период был принят целый ряд указов Президента РФ, реализовывались программы и проекты, затрагивающие развитие отрасли животноводства. При этом постепенно в документах верхнего уровня стало уделяться больше внимания вопросам ее технологического развития, включая молочное и мясное скотоводство. Как показывают государственные программы, технологии селекции крупного рогатого скота и племенного дела, генетические технологии рассматриваются в качестве ключевых для дальнейшего развития данной отрасли.

Как следует из проведенного анализа, не все целевые показатели выполнялись, однако это характерно для многих государственных программ, в том числе касающихся развития науки и технологий. Вместе с тем часто основными были объемные показатели, не отражающие изменения производительности труда. Большинство программ развития фокусировалось на наращивании общего производства молока и мяса. Другим проблемным аспектом можно считать недостаточное внимание к мерам, которые могли бы стимулировать рост производства говядины, вследствие чего пока внутренний спрос на нее не удовлетворяется и восполняется по большей части за счет импорта.

Раздел 3.

Современные технологии скотоводства

В данном разделе рассматриваются основные технологии, которые применяются в отрасли скотоводства. Их можно разделить на несколько крупных блоков, опираясь на классификацию Всемирной организации интеллектуальной собственности (*World Intellectual Property Organization (WIPO)*) (далее – ВОИС) [3.1]:

- биотехнологии;
- технологии кормопроизводства;
- цифровые технологии в животноводстве.

Отталкиваясь от этой структуры, мы используем собственную классификацию, включающую четыре блока за счет выделения ветеринарных технологий в отдельную группу. В классификации ВОИС ветеринария входит в состав биотехнологий. По нашему мнению, биотехнологии – лишь один из технологических стеков ветеринарии, тогда как вторым выступает ветеринарная фармацевтика. Именно это обуславливает необходимость рассматривать данную группу технологий отдельно. Мы выделяем:

- *биотехнологии* – технологии геномной селекции, репродуктивные технологии, генную инженерию, клонирование;
- *ветеринарные технологии* – методы диагностики заболеваний, вакцины, антибиотики, гормоны;
- *технологии кормления и кормопроизводство* – производство удобрений и ядохимикатов для выращивания кормовых культур и технологии производства кормов для крупного рогатого скота;
- *автоматизацию, роботизацию, цифровизацию* («умную ферму») – технологии создания цифрового и автоматизированного животноводческого хозяйства.

Все четыре группы взаимосвязаны с точки зрения одновременного применения в скотоводстве (рис. 3.1).

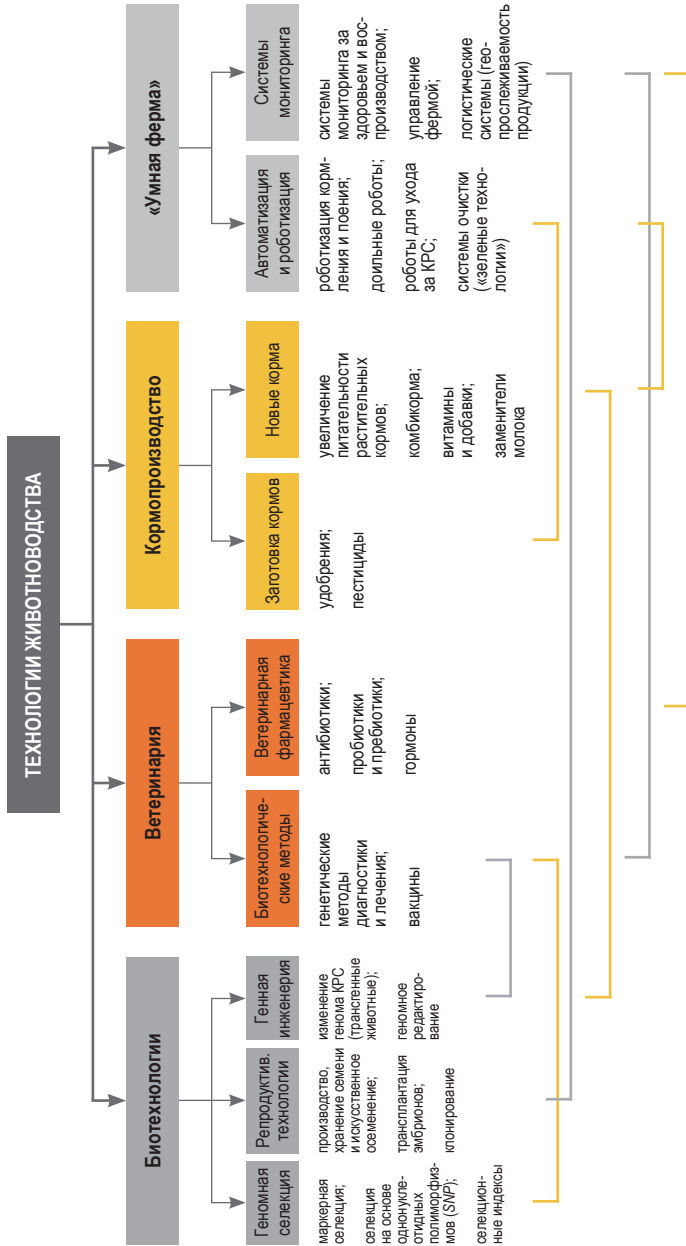


Рисунок 3.1. Современные технологические направления скотоводства

Источник: составлено авторами

3.1. Биотехнологии

Биотехнологии объединяют все современные технологии искусственного отбора крупного рогатого скота по генетическим маркерам, создания баз данных геномов животных (биоинформатики), искусственного осеменения и экстракорпорального оплодотворения / трансплантации эмбрионов, предопределения пола телят путем использования технологий обработки семени, клонирования животных, модификации через направленное воздействие на их геном.

Данные технологии часто используются в совокупности. Так, геномная селекция, применяемая вместе с технологиями искусственного осеменения и трансплантации эмбрионов, помогает намного быстрее и качественнее улучшить генетику стада крупного рогатого скота и, как следствие, производительность каждого животного. Наряду с ними используются технологии генной инженерии (создания трансгенных коров и быков, изменения генома животных), которые в силу законодательных барьеров пока не получили широкого распространения в большинстве стран. Этот метод имеет большие перспективы и может в будущем дополнить или даже прийти на смену геномной селекции.

Технологии геномной селекции также тесно связаны с ветеринарными биотехнологиями в части диагностики заболеваний по генетическому материалу. Часто селекционеры проводят отбор скота по устойчивости к заболеваниям, в том числе к маститу и хромоте. Биотехнологии связаны также с «умной фермой», в частности в вопросах селекции более приспособленных к роботизированному машинному доению коров. Системы мониторинга позволяют выявить охоту у коров, что оптимизирует использование репродуктивных технологий и управление воспроизводством стада. Наконец, технологии генной инженерии используют для создания генно-модифицированных кормовых культур для крупного рогатого скота.

Геномная селекция

Геномная селекция – это технология оценки племенных качеств животных, позволяющая улучшить их генофонд, основан-

ная на взаимосвязи между структурой ДНК (маркерами) животных и проявлением у них экономически важных признаков при разведении.

Термин «геномная селекция» был введен в 1998 г. профессором Эдинбургского университета К. Хейли и известным ученым в сфере вычислительной генетики П. Вишером из Квинслендского университета [3.2], которые проводили исследования по возможностям селекции геномными методами. В 2001 г. профессор Норвежского университета естественных наук Т. Мовиссен предложил методологию геномной селекции, аналитической оценки племенной ценности животных на основе ДНК-маркеров [3.3, 3.4]. Сама маркерная селекция стала применяться с конца 80-х годов, когда была открыта полимеразная цепная реакция, и определение полиморфизма последовательности ДНК стало возможным делать быстро и относительно дешево.

Однако настоящий прорыв в области селекции произошел в 2007–2009 гг. после появления ДНК-чипов с плотностью 50 тыс. маркеров и с расшифровкой геномов сельскохозяйственных животных, что дало возможность проводить их генотипирование по полному геному [3.4]. Для селекции животных стали использовать молекулярно-генетические данные – однонуклеотидные полиморфизмы (*single nucleotide polymorphism* (далее – *SNP*)) [3.5, 3.6]. Точность генотипирования увеличивается за счет того, что одновременно используется большое число *SNP*, равномерно разбросанных по всему геному. С этого момента геномная селекция вышла на современный этап.

Таким образом, технологии геномной селекции можно разделить на два основных типа: маркерную селекцию и собственно современную геномную селекцию на основе *SNP*.

Маркерная селекция

Маркерная селекция, или *MAS*-селекция (*marker assisted selection*) [3.7, 3.8], является начальным этапом развития геномной селекции и основывается на том, что большая часть экономически ценных селекционных признаков контролируется множеством генов, а внешняя среда может подвергнуть изменениям до 50%

признаков. Однако имеется группа генов (аллели генов), которые влияют на проявление признаков продуктивности вне зависимости от условий среды. Такие гены называются основными генами (*major genes*). Они обладают сильным эффектом действия и объясняют большую долю изменчивости признака. Участки (локусы) генома, в которых расположены гены, связанные с признаками (определяются на основании анализа сцепления с маркерами), называются локусами количественных признаков (*quantitative trait loci (QTL)*).

Маркерная селекция основана на результатах картирования. Из большого числа маркеров на основании анализа сцепления определяют те, которые связаны с признаками (*QTL*), а потом используют выбранные таким образом маркеры для селекции.

Маркерная селекция [3.7, 3.8] является начальным этапом развития геномной селекции и, в отличие от традиционной селекции количественных признаков по фенотипу, базируется на генотипе. Маркеры – это нуклеотидные последовательности ДНК, имеющие полиморфную природу (т.е. у различных индивидуумов они существуют и наследуются в различных, легко определяемых формах) и находящиеся в сцеплении с локусами хозяйственно полезных признаков (*QTL*). Идентификация ДНК-маркеров явилась одним из важных достижений геномного картирования.

Селекция на основе *SNP*

При данном типе селекции фенотипы (внешние данные, уровень продуктивности, темперамент и т.д.) сопоставляются с профилями *SNP* быков для ранжирования [3.9].

Для проведения геномной селекции на основе *SNP* необходимы ДНК-чипы большой плотности. На сегодняшний день существует три основных типа ДНК-чипов, отличающихся друг от друга плотностью маркеров: чипы с низкой (*LD*), средней (*50K*) и высокой (*HD*) плотностью маркеров. Чем больше плотность маркеров, тем выше стоимость чипа и точность оценки [3.10]. Чипы высокой плотности в среднем стоят примерно 75–80 долл. США, а средней – около 25 долл. США. Чем меньше плотность маркера, тем ближе проведенная по ней оценка к обычной мар-

керной селекции. Ожидается, что к 2025 г. разные ДНК-чипы будут стоить примерно одинаково [3.11]. Это сделает применение геномной селекции более доступным для многих стран.

При проведении геномной селекции проводится *геномная оценка племенной ценности (genomic estimated breeding value (GEBV))*. Это сумма эффектов всех *SNP*-маркеров, распределенных по геному на одинаковом расстоянии [3.10].

Для генетико-статистического анализа каждого *SNP*-маркера сегодня широко используется модернизированный одношаговый метод – *ssGBLUP (single-step genomic BLUP)*, который более совершенен, чем многошаговые методы (например, *BLUP AM*), и дает более точные результаты оценки. Он позволяет проводить оценку всех животных одновременно [3.12]. Методом *ssGBLUP* можно быстро оценить молодых генотипированных животных без проведения их полной оценки, требующей нескольких часов [3.13].

Как показано на рис. 3.2, классическая геномная селекция может проводиться двумя методами. Первый начинается с формирования референтной популяции крупного рогатого скота (группы животных с доступной информацией по родословной, продуктивности, фенотипу, генотипу и т.д.). Второй базируется на использовании племенного материала (спермы, эмбрионов – *генотипирования эмбрионов*). В случае применения референтной популяции проводится генотипирование животных по потомству и разрабатывается уравнение прогноза для референтной популяции (*GS*). Затем дается геномная оценка племенной ценности (*GEBV*); отбираются особи, удовлетворяющие требованиям селекционной программы [3.14]. Во втором случае, при исполь-



Рисунок 3.2. Этапы двух методов геномной селекции

Источник: [3.14]

зовании племенного материала, после генотипирования сразу рассчитывается *GEBV*.

Преимущества применения технологии геномной селекции состоят в том, что появилась возможность проведения оценки животного на ранних сроках (сразу после рождения или на стадии эмбрионального развития при генотипировании эмбрионов) без необходимости ждать фенотипических проявлений по мере взросления. Прогноз племенной ценности в таком случае может быть получен заблаговременно [3.15]. Это повышает темпы селекционного прогресса на 50% и позволяет получить существенный экономический эффект [3.8]. Кроме того, с применением геномной селекции появляется возможность обнаружить генетические дефекты, точно определить происхождение каждого животного. Использование геномной оценки дает возможность получить популяцию с максимальной чистотой генов полезных признаков и без генетических заболеваний [3.8].

Следует отметить, что геномная селекция не равнозначна генной инженерии, поскольку не включает в себя манипуляции с генами.

Селекционные индексы

На основе племенной оценки крупного рогатого скота разрабатываются селекционные индексы (индексы племенной ценности), которые в едином показателе отображают различные селекционные параметры и признаки. Каждому параметру присваивается определенный коэффициент (экономический вес). Селекция проводится одновременно по всем параметрам. В разных странах разработаны свои национальные селекционные индексы (например, в США – *TPI (type production index)*, *NM\$ (lifetime net merit)*, в Канаде – *LPI (lifetime performance index)*, в скандинавских странах – *NTM (nordic total merit)* и т.д.).

Для координации племенной работы на глобальном уровне была создана Международная служба оценки быков (*International Bull Evaluation Service (Interbull)*), включающая 30 стран. Данная служба является постоянным подкомитетом Международного комитета по регистрации животных (*International Committee for*

Animal Recording (ICAR)). Она оказывает услуги по предоставлению генетической информации для улучшения поголовья скота, оценивает производителей шести пород по семи группам признаков (молочная продуктивность, здоровье вымени, экстерьер, долголетие, отел, плодовитость и работоспособность коров). Для расчета международных генетических оценок названная служба использует свой метод, известный как множественная межстрановая оценка (*multiple across country evaluation (MACE)*). При проведении геномной селекции создают базы данных, содержащие информацию о геноме пород, для внедрения в племенную работу генетической паспортизации в целях характеристики и поддержания ценных пород животных.

Лидерами в области разработок и применения технологий геномной селекции являются США и Китай. Лидерство Китая относительно недавнее, и его обеспечивают три китайские научно-исследовательские организации – Северо-Западный университет *A&F (Northwest A&F University)*, Китайский сельскохозяйственный университет (*China Agricultural University*) и Исследовательский центр молочного скота Шаньдунской академии сельскохозяйственных наук (*Dairy Cattle Research Center of Shandong Academy of Agricultural Sciences*).

У истоков зарождения и развития технологий геномной селекции стоят США. Именно там разработали и модернизировали систему *BLUP*. Американская компания *Illumina Inc.* в начале 2000-х гг. разработала ДНК-чипы – *BeadChip Kits and Products* и наборы для полногеномного генотипирования – *Whole Genome Genotyping Kits*, определившие появление современной геномной селекции на основе *SNP*. Исследования и разработки методов генотипирования, прогнозирования и улучшения продуктивности скота проводят американские компании *Pfizer, Cargill, ABS Global Inc. (Genus plc)* и др. Американские фермеры первыми начали применять биотехнологические методы оценки и селекции крупного рогатого скота.

Данные технологии быстрыми темпами развиваются также в странах ЕС, Корее и Японии. В России геномная селекция пока применяется фрагментарно ввиду отсутствия общенациональной системы идентификации скота, референтной популяции,

необходимой для повсеместного внедрения технологий оценки *ssGBLUP*. С точки зрения исследований и разработок технологий геномной селекции она сильно отстает от стран-лидеров. По этой причине в России в основном все еще применяется морально устаревший («догеномный») и менее точный метод оценки «дочери – сверстницы».

Перспективные направления и барьеры геномной селекции

Самым перспективным и самым точным методом селекции скота является геномная селекция на основе *SNP*, проводимая на ДНК-чипах высокой плотности с помощью метода оценки *ssGBLUP*. Процесс удешевления ДНК-чипов происходит быстро, и стоимостный барьер через 5–10 лет должен нивелироваться во всем мире. Этот процесс вместе с увеличением во всем мире количества идентифицированных и генотипированных животных (референтной популяции) создает базу для дальнейшего расширения использования данной технологии.

Технологические барьеры для разработки и применения технологий геномной селекции более актуальны для тех стран (например, России), где остро стоит вопрос сбора качественных, достоверных данных (о фенотипах, родословной скота, селекционных признаках и т.д.), необходимых для проведения геномной селекции, а также существует проблема идентификации скота. По этим причинам в таких странах отсутствует или слабо развита референтная популяция оцененных по селекционным признакам животных. Данный фактор является серьезным барьером для развития технологий геномной селекции, так как ее точность зависит от достоверности данных и объема референтной популяции.

Репродуктивные технологии

Главной целью использования репродуктивных технологий является увеличение числа потомков от высокопроизводительных животных, а также сокращение интервала между поколениями.

Производство, хранение семени и искусственное осеменение

Искусственное осеменение включает в себя технологии получения семени от элитных быков, его замораживания, транспортировки и введения в организм коровы искусственным методом. При этом возможность транспортировки семени в замороженном виде на большие расстояния позволяет осуществлять генетическое улучшение скота в удаленных хозяйствах. Искусственное осеменение могут проводить только специально обученные техники. Технические разработки в области искусственного осеменения включают использование микроскопов, проточной цитометрии и компьютерной оценки спермы.

Значимой технологией, применяемой в процессе искусственного осеменения с начала 2000-х гг., является разделение сперматозоидов с X- и Y-хромосомой (т.е. разделение семени по полу – сексирование) с помощью метода проточной цитометрии [3.10]. Это дает возможность получить *сексированное семя*, которое детерминирует пол потомства.

Проточная цитометрия является методом исследования одиночных биологических клеток в потоке, их облучении лазерным излучением, детекции светорассеяния и флуоресценции от каждой клетки. В процессе получения сексированного семени семенной материал окрашивают флуоресцентными красителями. В гаметах с X-хромосомой содержится на 4% больше ДНК, чем в гаметах с Y-хромосомой, поэтому первые поглощают больше красителя, чем гаметы с Y-хромосомой. С помощью проточной цитометрии улавливается уровень флуоресцентного свечения, зависящий от количества поглощенного красителя. После обработки данных поток семени с помощью магнитного поля сортируется на X- и Y-содержащие гаметы [3.16].

Главным экономическим преимуществом применения сексированного семени является возможность получения более 90% телят заданного пола, что особенно важно для молочного скотоводства, где рождение бычков нежелательно [3.17].

Есть и ограничения этого метода. Применение сексированного семени снижает уровень оплодотворяемости коров до 80–85%

[3.18] по сравнению с обычным семенем из-за применения флюоресцентного красителя [3.10], а также облучения.

Трансплантация эмбрионов

Технологии трансплантации эмбрионов являются биотехнологическими методами, позволяющими получать значительно большее количество потомков по сравнению с традиционным искусственным осеменением, и включают производство готовых эмбрионов и их введение в организм коровы. В настоящее время они реализуются двумя методами – *in vivo* и *in vitro*.

Метод *in vivo* является классическим и более распространенным. Он предполагает, что до стадий, необходимых для трансплантации, эмбрион формируется в организме коровы. В методе *in vitro* полученные эмбрионы до трансплантации доращиваются в искусственной среде. При достижении стадий развития, необходимых для трансплантации, эмбрионы вводятся в организм коровы или замораживаются для хранения и транспортировки (криоконсервация).

Наиболее важным этапом в трансплантации эмбрионов является стимуляция множественной овуляции (суперовуляции) (*multiple ovulation and embryo transfer (MOET)*) [3.19] гормональными методами, которая применяется для получения *in vivo* большого числа эмбрионов от высокопроизводительной коровы [3.10].

При методе *in vitro* применяют трансвагинальную аспирацию ооцитов (*ovum pick-up (OPU)*) [3.20] – неоплодотворенных яйцеклеток – с последующим экстракорпоральным оплодотворением в целях получения большого числа потомков от высокопроизводительной коровы. Ооциты собираются путем трансвагинальной пункции фолликулов. Искусственное оплодотворение происходит вне организма животного (*in vitro*), а позже проводится пересадка эмбрионов другим коровам [3.20].

Перед проведением трансплантации эмбрионов производят их селекцию по полу посредством полимеразной цепной реакции (ПЦР) – амплификации (т.е. многомиллионного увеличения числа копий) определенного участка ДНК Y-хромосомы

в условиях *in vitro* [3.21]. Однако на практике это редко делается, так как отбор клеток от эмбриона существенно снижает его жизнеспособность.

Технологии трансплантации позволяют получать значительно большее количество эмбрионов от элитных коров по сравнению с технологиями искусственного осеменения, тем самым улучшая генетику стада. Преимуществом данного метода по сравнению с экспортом / импортом живого скота является большая адаптированность полученного поголовья к местным условиям (отсутствуют стресс-факторы адаптации).

В некоторых случаях недостатком трансплантации эмбрионов может быть инбридинг (близкородственное скрещивание) за счет интенсивного использования одних и тех же коров-производительниц, что может ухудшить генетический потенциал скота. Для устранения этих рисков используются схемы скрещивания с учетом геномной информации.

Клонирование

Для улучшения генетики крупного рогатого скота в современный период применяются также технологии *клонирования* – тиражирования наиболее высокопроизводительных генотипов. Клонирование может повысить интенсивность селекции за счет создания множества телят от ограниченного числа коров. Также сокращается интервал между поколениями за счет использования эмбриональных стволовых клеток. Недостатком является возможное повышение инбридинга за счет использования одних и тех же элитных животных [3.10].

В мире прослеживается тенденция увеличения спроса на высокопроизводительные породы животных, что, в свою очередь, увеличивает спрос на репродуктивные технологии. Мировой рынок технологий искусственного осеменения крупного рогатого скота в 2020 г., согласно расчетам *Grand View Research*, составил 1,85 млрд долл.; ожидается, что до 2028 г. он будет расти на 5,94% ежегодно [3.22]. Ведущими странами являются США (17,7% мирового рынка), где более 90% коров рождается с помощью искусственного осеменения, и страны Азиатско-Тихоокеан-

ского региона (Китай, Индия, Корея, Япония), на которые в 2020 г. приходилось 30,5% мирового рынка технологий искусственного осеменения. Большими рынками являются также европейские страны и Латинская Америка (в частности, Бразилия).

Крупными игроками в разработке и производстве репродуктивных технологий являются преимущественно американские компании (*Select Sires Inc.*, *Inguran LLC (ST Genetics)*, *GENEX*, *ABS Global – Genus plc* (США – Великобритания)). Заметны также *SEMEX* (Канада) и *VikingGenetics* (Дания).

Россия имела в советский период соответствующие научные заделы, но на сегодняшний день стала крупным импортером генетического материала. Применение технологий искусственного осеменения в хозяйствах также отстает от западных стран. В частности, доля искусственного осеменения особенно низка в крестьянских (фермерских) хозяйствах. Для проведения трансплантации эмбрионов и искусственного осеменения необходимы высококвалифицированные зоотехники и ветеринары.

Перспективные направления и барьеры развития репродуктивных технологий

Доля сексированного семени в 2020 г., согласно *Grand View Research*, составила 23,7% от всего семени крупного рогатого скота, проданного в мире, но ожидается, что рынок сексированного семени будет расти быстрее по сравнению с обычным семенем. Главным драйвером развития данной технологии является то, что она обеспечивает более быстрый рост и оптимизацию структуры стада. Барьером остаются более низкий уровень оплодотворения (фертильности) по сравнению с обычным семенем и высокая стоимость.

Клонированные животные пока составляют незначительную долю мирового стада крупного рогатого скота, поэтому данная технология пока находится на стадии научных исследований. Барьеры ее развития состоят в высокой стоимости клонов, низкой приживаемости клонированных эмбрионов. С экономической точки зрения препятствует и законодательная база, разрешающая клонирование сельскохозяйственных животных только в на-

учных целях. Однако технологии клонирования, развивающиеся в западных странах и Китае, в будущем могут стать коммерчески значимыми. Предпосылки для этого есть. Так, в 2015 г. в целях увеличения производства говядины китайская биотехнологическая компания *Boyalife* [3.23] решила построить самую большую в мире «фабрику по клонированию животных» в городе Тяньцзинь с мощностями производства от 100 тыс. клонированных эмбрионов ежегодно на начальном этапе до 1 млн через несколько лет. Однако данный проект вызвал неоднозначную реакцию в обществе и на законодательном уровне был отсрочен на неопределенное время [3.24].

Генная инженерия и геномное редактирование

Генная инженерия – это совокупность приемов, методов и технологий получения рекомбинантных РНК и ДНК, выделения генов из организма (клеток), осуществления манипуляций с генами и введения их в другие организмы. Цель этих методов – добиться изменения наследственного, генетического аппарата клетки [3.25]. Таким образом, генная инженерия предполагает непосредственное воздействие на геном животных и внесение в него изменений, вследствие чего появляются генетически модифицированные организмы (ГМО).

В скотоводстве генная инженерия может применяться как прямым образом – через создание трансгенных животных, так и косвенно – через создание генно-модифицированных кормовых культур для кормления скота.

Изменение генома крупного рогатого скота (трансгенные животные)

Крупный рогатый скот в основном редактируют в целях изменения состава молока (например, для того, чтобы оно содержало человеческий рекомбинантный белок лактоферрин), для увеличения продуктивности (повышения мышечной массы мясных пород и надоев молока молочных пород), приобретения

резистентности к некоторым болезням, увеличения переносимости жаркого климата и т.д.

В сфере модификации кормовых культур акцент сделан на формировании их устойчивости к вредителям и гербицидам.

Способами создания генно-модифицированных организмов в скотоводстве являются метод пронуклеарной микроинъекции, использование генетически модифицированных эмбриональных стволовых клеток (пересадка ядер соматических клеток) и вирусных векторов.

Геномное редактирование

Геномное редактирование – это целевое изменение последовательности ДНК, что тоже является частью генной инженерии. В отличие от классических технологий трансгенеза, геномное редактирование позволяет определить точное место вставки. При этом возможно как выключение (*knock-out*), так и вставка (*knock-in*) генов.

Геномное редактирование проводят с помощью высокоэффективных эндонуклеаз – «молекулярных ножниц» [3.26]. Инструментами для него являются *ZFN (zinc finger nuclease)* – цинк-пальцевые нуклеазы (цинковый палец), *TALEN (transcription activator-like effector nucleases)* – эффекторные нуклеазы, подобные активаторам транскрипции, и *CRISPR/Cas9 (clustered regulatory interspaced short palindromic repeats)* – сгруппированные короткие промежуточные палиндромные повторы, разделенные промежутками и ассоциированные с нуклеазой *Cas9*.

Самым новым методом стала технология *CRISPR/Cas9*. Аббревиатура *CRISPR* обозначает короткие палиндромные повторы, регулярно расположенные группами, что в природе является естественным механизмом защиты бактерий от вирусов. Суть данной технологии заключается в том, что при помощи фермента *Cas9* можно превратить *CRISPR* в инструмент для редактирования генов и разрезания ДНК. По сравнению с другими этот метод представляет собой относительно быстрый, простой и недорогой способ редактирования генома [3.27].

Перспективные направления и барьеры развития генной инженерии и геномного редактирования

Наиболее перспективным направлением генной инженерии и геномного редактирования в настоящее время является технология *CRISPR/Cas9* в силу своей простоты, скорости и относительной дешевизны по сравнению с остальными методами.

Однако есть технологические и институциональные барьеры развития геномного редактирования и генной инженерии. Главной научной проблемой и технологическим барьером во всех рассмотренных методах является вероятность мутаций в нецелевом участке генома [3.26], что увеличивает экологические риски.

Широкому применению в скотоводстве технологий генной инженерии и геномного редактирования препятствует существующий во многих странах мира (в том числе и в России) запрет на создание и коммерческое использование генетически модифицированных животных и произведенных ими продуктов. Это сужает рынок и ограничивает спрос.

Главными причинами запрета на промышленное применение генно-модифицированных животных являются этические проблемы, связанные с манипуляциями генами, а также возможностью негативного воздействия данных технологий на здоровье людей, окружающую среду и видовое разнообразие в биосфере Земли.

Возможно, с течением времени при увеличении доказательной базы безвредности продукции генной инженерии или с развитием более совершенных технологий, исключающих нецелевые мутации, законодательные ограничения на применение данных технологий в животноводстве будут сняты.

* * *

В целом *в развитии биотехнологий как единого направления* можно ожидать следующие изменения:

- будет расти спрос на геномную селекцию как эффективный метод получения высокопроизводительных пород. Ее развитию способствует ряд факторов, включая постепенное увеличение масштабов идентифицированного и генотипированного

скота, обнаружение новых маркеров, ответственных за различные фенотипы и производительность, а также удешевление ДНК-чипов. При этом геномная селекция развивается в связке с репродуктивными технологиями, поскольку именно при их сочетании обеспечивается синергетический эффект;

- доля сексированного семени также будет расти, поскольку ожидается снижение стоимости его производства и увеличение фертильности благодаря совершенствованию данной технологии;
- в целях сохранения и распространения генетики наиболее высокопродуктивных животных возможно развитие технологий клонирования при условии снижения их стоимости и снятия законодательных барьеров в их использовании;
- в случае, если будет доказано, что проведение манипуляций с генами животных в коммерческих целях безопасно для окружающей среды и здоровья людей, и будут сняты соответствующие законодательные барьеры, можно ожидать развития методов геномной инженерии и получения новых трансгенных пород с заданными свойствами.

3.2. Ветеринарные технологии

Ветеринарные технологии обеспечивают раннюю диагностику и лечение заболеваний. Применение их совместно с методами геномной инженерии помогает разработке новых препаратов, вакцин и методов для эффективного лечения животных. Это уменьшает процент выбраковки животных из стада, увеличивает срок их хозяйственного использования. Ветеринарные технологии можно подразделить на два крупных направления – биотехнологические методы и инструменты ветеринарной фармацевтики.

Биотехнологические методы

Развитие биотехнологических методов в ветеринарии началось в конце XIX в., когда были разработаны первые вакцины для животных. Сегодня биотехнологические методы тесно связаны с биотехнологиями (геномной селекцией, геномной инженерией).

Генетические методы диагностики и лечения заболеваний крупного рогатого скота

Генетические (биотехнологические) методы ранней диагностики заболеваний крупного рогатого скота используют молекулярно-генетические маркеры, которые помогают выявить генетическую предрасположенность различных пород к таким распространенным и опасным заболеваниям, как лейкоз, мастит, ящур и др. [3.28]. Одним из значимых параметров в селекции молочных коров в мире является их отбор по генетической резистентности к маститу. Он сильно снижает молочную продуктивность коровы, а также негативно влияет на качество и свойства молока. Различные породы коров проявляют неодинаковую резистентность к данному заболеванию.

На основе молекулярно-генетических маркеров разрабатываются тест-системы для диагностики возбудителей инфекционных заболеваний с использованием ПЦР-РВ (полимеразной цепной реакции в реальном времени) для выявления фрагментов ДНК, являющихся маркерами данных заболеваний и генетических отклонений.

Разрабатываются тесты для диагностики с использованием ПЦР и моноклональных антител (иммуноглобулинов) – разработанных с помощью генной инженерии антител, происходящих из одной клетки, с идентичными свойствами и оптимизированным эффектом – способностью связывать и разрушать антиген [3.29]. В частности, созданы такие тесты для диагностики лейкемии [3.30].

Вакцины

К биотехнологическим методам в ветеринарии относится также производство вакцин, получаемых из микроорганизмов или продуктов их жизнедеятельности, используемых для иммунизации животных с целью профилактики опасных заболеваний. Основу вакцины составляют специфические антигены (вещества, которое организм рассматривает как чужеродные). В качестве антигенов могут выступать цельные микроорганизмы, молекулы вирусов, вирусные токсины, генно-модифицированные микро-

организмы и вирусы и т.д. При разработке вакцин и препаратов проводятся секвенирование и тщательный анализ геномов возбудителей особо опасных болезней крупного рогатого скота.

С начала XXI в. успехи в сфере молекулярной биологии сделали возможным создавать новые вакцины (например, синтетическую вакцину против ящура [3.31]), а также различать по серологическим тестам вакцинированный и инфицированный скот.

Вакцины бывают двух основных типов: живые ослабленные (*live attenuated*) и инактивированные (*inactivated*). Живые ослабленные (аттенуированные) вакцины производятся путем модификации болезнетворных вирусов или бактерий в лаборатории. В результате вакцинирования в организме животных вырабатывается иммунитет к данному вирусу. Благодаря тому, что вирусы ослаблены, вакцина обычно не вызывает болезни у вакцинируемого животного.

Инактивированные вакцины производятся путем выращивания болезнетворного вируса или бактерии в питательной среде с последующей их инактивацией нагреванием и (или) химическими веществами. Инактивированные вакцины не могут воспроизводиться и не могут вызывать заболевание у коров, поэтому они безопасны. Однако для инактивированных вакцин всегда требуется несколько процедур вакцинации. При первой полученной дозе вакцины иммунная система «заряжается». Защитный иммунный ответ развивается после второй или третьей вакцинации (дозы). В отличие от живых вакцин, в которых иммунный ответ очень похож на естественную инфекцию, иммунный ответ на инактивированную вакцину в основном гуморальный, с минимальным или отсутствующим клеточным иммунитетом. Антитела против инактивированных антигенов со временем снижаются. В результате могут потребоваться периодические дополнительные процедуры вакцинирования.

Для создания инновационных вакцин в ветеринарии сегодня применяются следующие технологии:

- рекомбинантные технологии получения вакцин – с использованием методов геной инженерии, когда за относительно короткое время разрабатывается ослабленный вирус. Эти технологии предполагают внедрение в геном вирусов, бактерий

или дрожжей гена, кодирующего образование протективного антигена того возбудителя, против которого будет направлена вакцина [3.32]. Рекомбинантные вакцины делятся на три вида:

- 1) ДНК-вакцины (*DNA vaccines*) – содержат гены возбудителей инфекционных заболеваний (целевые гены или иммуногены), обеспечивают появление белков патогенов или антигенов в организме и вызывают иммунную реакцию – генетическую иммунизацию;
 - 2) маркерные вакцины (*marker vaccines* или *DIVA vaccines*) – разновидность рекомбинантных ДНК-вакцин, в которых удалены определенные гены гликопротеина *E (gE)*, против которого устанавливается устойчивый ответ антител на естественную инфекцию. Эти вакцины применяются для дифференцирования инфицированных и вакцинированных животных (*DIVA*), поскольку вакцинированный скот не реагирует на конкретный антиген [3.33]. Маркерные вакцины используются для оптимизации и повышения эффективности стратегии вакцинации животных;
 - 3) вирус-векторные вакцины (*virus-vectored vaccines*) – вакцины, где вирусы (например, вирус коровьей оспы) используются в качестве векторов (систем доставки) вакцинных антигенов. Вирусы могут вмещать большие количества чужеродных генов и инфицировать клетки животных, что приводит к экспрессии большого количества кодируемого белка [3.34];
- синтетические пептидные вакцины – искусственно синтезированные из аминокислот пептидные фрагменты, которые соответствуют аминокислотной последовательности структур вирусного или бактериального белка, вызывающего иммунный ответ. Синтетические вакцины получают посредством выявления антигена, ответственного за иммунный ответ, после чего проводят химический синтез пептидных последовательностей эпитопа и сшивают с полимерным носителем [3.31].
- Альтернативным типом вакцин по источнику применяемых микроорганизмов являются аутогенные (аутологичные) вакцины, приготовленные с использованием микроорганизмов, выделенных из того инфицированного животного, которому они

затем вводятся. Стоимость их разработки ниже, чем обычных вакцин. Данный тип вакцин широко используется в США, Германии, Франции и в других странах, где есть утвержденные процедуры их обращения. В России применение аутогенных вакцин не регулируется, в законодательстве не прописана процедура их регистрации [3.35]. Несмотря на определенные законодательные ограничения, ожидается, что мировой рынок аутогенных вакцин в следующие 10 лет (2021–2031 гг.) будет ежегодно расти на 5,5% (согласно расчетам *Persistence Market Research*) [3.36].

Крупнейшими рынками ветеринарных вакцин для сельскохозяйственных животных являются США, Канада и страны ЕС. Быстрыми темпами растет рынок Китая и стран Азиатско-Тихоокеанского региона. Большую часть ветеринарных вакцин в мире производят крупные транснациональные профильные компании – *Elanco*, *Boehringer Ingelheim International*, *Zoetis Inc.*, *Merck & Co.*, *Ceva Sante Animale* и др. В Китае их производителями в основном являются многочисленные местные небольшие биотехнологические компании.

В России есть советские научно-технические заделы для развития ветеринарных вакцин. Около половины (53%) ветеринарных вакцин производится отечественными компаниями (ОАО «Покровский завод биопрепаратов», ФКП «Курская биофабрика – фирма БИОК», ФКП «Щелковский биокомбинат», НПО «Микроген» и др.), а 47% импортируется [3.37].

Перспективы и барьеры применения ветеринарных биотехнологий

Применение биотехнологических методов ранней диагностики заболеваний в настоящее время экономически неоправданно из-за их высокой стоимости. Пока проще выбраковывать животных с генетическими заболеваниями и отклонениями. Со снижением стоимости применения данных технологий спрос на них должен возрасти.

Использование ветеринарных вакцин в качестве метода предупреждения и профилактики заболеваний у крупного рогатого скота позволяет успешно контролировать многочисленные

вирусные и бактериальные инфекции и снижать необходимость их лечения антибиотиками, что особенно актуально в условиях роста резистентности к последним. Согласно расчетам *Mordor Intelligence*, это должно обеспечить ежегодный рост рынка вакцин для сельскохозяйственных животных на 5,8% в период 2021–2026 гг. [3.38].

Ветеринарная фармацевтика

В рамках настоящего доклада применительно к ветеринарной фармацевтике рассматриваются следующие типы препаратов:

- антибиотики для борьбы с бактериальными инфекциями;
- пробиотики и пребиотики для повышения иммунитета, восстановления кишечной флоры после терапии антибиотиками, а также для использования в качестве альтернативы антибиотикам;
- гормональные средства, применяемые для улучшения фертильности коров и лечения эндокринных заболеваний.

К ветеринарной фармацевтике относятся также препараты против разных заболеваний животных (противопаразитарные, противодиарейные и т.д.). Однако они отличаются консервативностью производственных технологий и медленным развитием, а потому в данном докладе не рассматриваются.

Все ветеринарные препараты в большинстве стран мира регистрируются и контролируются так же, как медицинские препараты, в обязательном порядке проходя все этапы клинических испытаний. В целом большинство ветеринарных препаратов состоит из тех же основных компонентов, что и медицинские, однако отличается дозировкой, способом и режимом применения.

Антибиотики

Антибиотики относятся к лекарственным препаратам, общим для людей и животных. По происхождению антибиотики бывают природными, полусинтетическими и синтетическими. Природные антибиотики (например, пенициллин) производятся почвенными микроорганизмами: плесневыми грибами, актиномицетами,

спорообразующими бактериями (бациллами) и т.д. Полусинтетические антибиотики получают путем сочетания микробиологического и химического синтеза. Синтетические антибиотики (сульфаниламиды, нитрофураны, безифлоксацин и др.) не имеют природных аналогов, синтезируются искусственно (химический синтез), оказывают сходное с природными антибиотиками подавляющее влияние на рост бактерий.

За последние 15 лет технологии производства антибиотиков практически не изменились, однако улучшились методы определения микроорганизмов-продуцентов, их геномов, отвечающих за генерацию антибиотиков. В частности, с увеличением вычислительных мощностей расширился инструментарий для проведения исследований, а также для манипуляций с геномом микроорганизмов. Возросли возможности применения геномной инженерии в производстве антибиотиков через геномное редактирование почвенных микроорганизмов, выделения из почвы не самих микроорганизмов-продуцентов, а их геномов.

Серьезной проблемой, связанной с применением антибиотиков, стало их растущее использование в животноводстве без назначения ветеринара и по усмотрению самих фермеров для профилактических целей (при отсутствии заболеваний и необходимости лечения), часто с нарушением дозировок и режима, а также для кормовых целей (для стимуляции роста животных). Это имеет серьезные негативные последствия не только для животных, но и для людей, поскольку приводит к возрастанию устойчивости (резистентности) болезнетворных бактерий к антибиотикам. Появились новые штаммы мутировавших бактерий, которые устойчивы ко всем известным антибиотикам, что, согласно Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), стало угрозой здоровью и жизни человечества [3.39].

Для решения данной проблемы в 2020 г. Европейское агентство по лекарственным средствам (*European Medicines Agency* (EMA)) представило категоризацию антибиотиков для применения в ветеринарии [3.40]. Данная классификация включает четыре категории: *A* – «*Avoid*» («Избегать»), *B* – «*Restrict*» («Ограничивать»), *C* – «*Caution*» («Осторожно») и *D* – «*Prudence*» («Благоразумно»). Это означает, что в категорию *A* входят антибиотики,

полностью запрещенные для ветеринарного применения в странах ЕС, а в категорию *D* – антибиотики, которые разрешены к рациональному применению. В России использование антибиотиков в животноводстве пока не регулируется, поэтому фермеры их свободно приобретают и применяют. В начале 2020 г. Россельхознадзор предложил регламентировать использование антибиотиков в животноводстве. Предлагается запретить применение противомикробных препаратов в качестве стимуляторов роста, а также с профилактической целью, определяются нормы по рецептурному отпуску антибиотиков [3.41].

Из-за проблем возрастания резистентности бактерий к антибиотикам сегодня особую актуальность получили вопросы поиска новых антибиотиков и создания принципиально новых препаратов для эффективного лечения бактериальных инфекций.

На данный момент существуют проблемы выявления в природе новых антибиотиков. Перспективными являются технологии поиска возможностей применения бактерий в качестве продуцентов [3.42] параллельно с использованием пробиотиков на основе спорообразующих бактерий. Потенциал большинства бактерий как продуцентов антибиотиков пока слабо изучен.

Экономическим барьером для разработки и производства новых антибиотиков является их низкая рентабельность для фармацевтических компаний. Затраченные на разработки средства не успевают окупиться, так как бактерии в течение нескольких лет приспосабливаются к новым антибиотикам. С точки зрения удлинения процесса адаптации бактерий к антибиотикам препараты должны иметь узкий спектр действия, однако это экономически невыгодно для фармацевтических компаний ввиду сокращения рынка сбыта в сравнении с антибиотиками широкого спектра.

В качестве альтернативы антибиотикам возможно использование вирусов-бактериофагов [3.43], уничтожающих целевые болезнетворные бактерии. Однако препараты из них трудно поддаются стандартизации, поэтому производятся поливалентные / комплексные препараты с разными бактериофагами. Бактериофаги пока не получили столь широкого применения, как антибиотики, однако имеют перспективы развития в медицине, а затем, возможно, и в ветеринарии. Бактериофаги для животных

выпускаются компаниями *Armata Pharmaceuticals, Inc.*, *Eliava Biopreparations Ltd.*, *Pherecydes Pharma*, *Optipharm*, *Pathway Intermediates* [3.44] и др. США в данном сегменте занимают доминирующее место на рынке. Увеличивается роль Китая и Азиатско-Тихоокеанского региона. В России с советских времен остались научные заделы по фаготерапии, поэтому есть предпосылки для развития данного направления. Сегодня крупнейшим производителем препаратов из бактериофагов является НПО «Микроген» холдинга «Нацимбио» госкорпорации «Ростех», однако такие препараты используются пока еще только в медицине [3.45]. С дальнейшим развитием и удешевлением данных технологий они могут начать применяться и в ветеринарии.

Пробиотики и пребиотики

Пробиотики – микроорганизмы, которые способствуют улучшению здоровья животных, используются в терапевтических целях, а также в виде биологически активных добавок, содержащих живые микрокультуры [3.46].

Пребиотики – это среда (фруктоолигосахариды, галактоолигосахариды, инулин, пектин, лактулоза, клетчатка и т.д.), необходимая для жизни и роста пробиотических бактерий, которые используют пребиотики в качестве источника питания.

В ветеринарных целях пробиотики обычно применяются для обеспечения контроля за численностью условно-патогенной микрофлоры (ее вытеснения из состава кишечной популяции) и сдерживания ее патогенности, а также устранения расстройств желудочно-кишечного тракта, возникающих по причине изменений состава рациона, режима кормления, стрессов; коррекции нормальной микрофлоры кишечника после антибактериальной терапии, профилактики дисбактериозов, стимуляции иммунной защиты организма крупного рогатого скота.

Пробиотики в качестве кормовой добавки позволяют проводить профилактику желудочно-кишечных заболеваний, обеспечивают лучшее усвоение кормов. При добавлении к рациону коров они могут увеличить производительность молока или мышечную массу [3.47].

Основой для разработки пробиотических препаратов является поиск микроорганизмов – потенциальных пробиотиков (бактериальной основы). Современные пробиотики делятся на следующие категории:

- пробиотики на основе бифидо- и лактобактерий – применяются для улучшения кишечной микрофлоры;
- пробиотики на основе спорообразующих бактерий (бацилл) – могут применяться в качестве альтернативы антибиотикам в силу их антисептических свойств. Данное направление является перспективным в силу возрастающей резистентности бактерий к антибиотикам [3.48];
- пробиотики, мобилизованные на природных сорбентах (нерастворимых носителях, часто пребиотиках), где бактерии искусственно с ними связаны. Данные препараты являются пробиотиками нового поколения. Сорбент ускоряет детоксикацию и репаративный процесс организма животных, увеличивая эффективность пробиотика [3.49];
- пробиотические препараты в виде биопленки – производятся на фитоносителях в виде биопленки, что увеличивает их жизнеспособность и устойчивость к неблагоприятным условиям окружающей среды [3.49], применяются в качестве кормовых добавок.

Важной характеристикой пробиотических препаратов является их свойство поддерживать жизнеспособность пробиотических микроорганизмов при их достижении кишечника животных (устойчивость к pH желудка и к желчи). Для этого были разработаны также технологии нанокапсулирования пробиотических препаратов [3.50] с точным расчетом времени растворения в кишечнике.

Существуют монокомпонентные пробиотики с одним штаммом и комбинированные, включающие несколько штаммов бактерий. Последний тип в настоящее время получает распространение вследствие большей эффективности из-за синергетического действия различных штаммов, а также включения в их состав пребиотиков.

В настоящее время происходит рост мирового рынка пробиотиков для животных. Согласно исследованиям компании *Markets*

and Markets, в ближайшие пять лет он будет составлять 7,4% ежегодно [3.51].

Крупнейшими регионами-производителями являются ЕС и США; также быстро растет доля Азиатско-Тихоокеанского региона. Ключевые компании-производители включают *Chr. Hansen* (Дания), *Dow* (США), *Koninklijke DSM NV* (Нидерланды), *Evonik Industries* (Германия) и *Bluestar Adisseo Co.* (Китай).

В России пробиотики для животных производит несколько компаний: ООО «Нова», ООО «Биотроф», ООО «Сиббиофарм», ООО «НИИ Пробиотиков», ООО «НТЦ БИО» и ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр». Часть пробиотиков импортируется в страну из-за рубежа.

Таким образом, главными драйверами развития скотоводческих пробиотиков в мире являются ограничения на применение антибиотиков, а также их экологичность и безопасность. Пробиотики должны разрабатываться и производиться в соответствии с международными правилами в области ветеринарных препаратов и кормов для крупного рогатого скота.

Гормоны

В скотоводстве гормональные препараты используются в первую очередь для улучшения фертильности, сохранения беременности коров, а также для лечения различных эндокринных заболеваний. Гормональная терапия тесно связана с репродуктивными технологиями. Поддержание оптимального гормонального фона необходимо перед подготовкой коров к искусственному осеменению, для повышения выживаемости эмбрионов в организме коровы при беременности и при трансплантации эмбрионов.

Гормональные препараты как для людей, так и для животных по методу их производства сегодня подразделяют на следующие группы:

- экстрактивные – производятся путем извлечения гормонов из эндокринных желез, крови и мочи животных;
- синтетические (аналоги), химическая структура которых полностью соответствует структуре природных гормонов и которые действуют идентично им;

- синтетические, химическая структура которых не совпадает со структурой природных гормонов, но которые проявляют выраженное гормональное действие на организм;
- экстракции из растений – фитогормоны, которые могут применяться к животным и оказывать гормональное действие на их организм;
- биотехнологические – рекомбинантные и генно-модифицированные гормоны, которые производятся методами генной инженерии (соматотропин [3.52], инсулин, стероидные гормоны, рекомбинантный бычий гормон) [3.53]. Биотехнологические методы считаются наиболее инновационными и перспективными, поскольку дают больше возможностей для увеличения гормонального воздействия производимых препаратов, в перспективе могут увеличить их количество и снизить стоимость их производства. Налаженное производство данных препаратов в мире осуществляется крупными фармацевтическими компаниями. По этому направлению, как и в целом по всем биотехнологиям, Россия пока отстает от западных стран, так как рекомбинантные технологии являются сложными с технологической точки зрения и дорогостоящими.

В скотоводстве некоторых стран (например, США, Австралии) рекомбинантные гормональные препараты (например, рекомбинантный бычий соматотропин (*rBST*)) получили применение и в качестве кормовых добавок для увеличения производительности молока и мяса [3.54]. Такое применение гормонов критикуется, в том числе в США, многими учеными и медицинскими организациями (например, Американским онкологическим обществом (*American Cancer Society*)) [3.55]. Возможно, их позиция будет учтена и приведет к изменению законодательства. В большинстве стран мира (включая Россию) применение гормонов в кормах для увеличения производительности животных запрещено из-за побочных эффектов и негативного влияния на здоровье потребителей.

97% гормонов в России импортируется из-за рубежа, и они в первую очередь используются в медицине, поскольку лечить скот дорогими препаратами нерентабельно. Крупнейшим производителем гормонов в России является ГК «Фармасинтез» [3.56].

Перспективы и барьеры применения технологий ветеринарной фармацевтики

Происходит прекращение применения большинства антибиотиков в животноводстве и ужесточение регулирования их оборота. В данной области перспективным направлением является создание антибиотиков путем поиска новых продуцентов, а также методами геной инженерии. При этом растет значение бактериофагов и пробиотиков в качестве альтернативы антибиотикам, и соответствующие технологии с большой вероятностью будут развиваться.

Применение гормональных препаратов в скотоводстве ограничено ввиду их высокой стоимости. В случае развития методов получения синтетических и биотехнологических (рекомбинантных) гормонов их стоимость будет снижаться, вследствие чего они будут более широко использоваться в животноводстве в ветеринарных целях.

* * *

В целом в развитии ветеринарных технологий как единого направления можно ожидать следующие изменения:

- со снижением стоимости диагностики благодаря выявлению новых маркеров различных заболеваний, более широкому применению геномной селекции и генотипирования скота применение ветеринарных технологий ранней (молекулярной) диагностики его заболеваний расширится в первую очередь в странах с развитым скотоводством;
- среди вакцин опережающими темпами будут использоваться рекомбинантно-векторные, а также благодаря низкой себестоимости и скорости создания будет расти сегмент аутогенных вакцин (несмотря на определенные законодательные ограничения или отсутствие регулирования в некоторых странах, например в России);
- в технологиях ветеринарной фармацевтики можно ожидать прекращения применения большинства сегодняшних антибиотиков вследствие повышения резистентности к ним бактерий.

Скорее всего, в большинстве стран мира будет ужесточаться законодательное регулирование оборота и применения антибиотиков в сфере животноводства. Создание новых антибиотиков будет основано на методах генной инженерии. Соответственно, будет возрастать спрос на пробиотики, что станет стимулом развития соответствующих технологий;

- будут развиваться гормональные препараты, применяемые для лечения эндокринных заболеваний крупного рогатого скота и в репродуктивных целях, в частности для увеличения фертильности коров через поддержание оптимального гормонального фона для искусственного осеменения, повышения выживаемости эмбрионов в организме коровы при беременности и при трансплантации эмбрионов.

3.3. Кормопроизводство

Кормопроизводство с точки зрения технологического развития можно разделить на два основных направления: технологии заготовки кормов, влияющие на урожайность кормовых культур, и технологии производства новых кормов как конечного продукта для потребления в пищу животными. Технологии кормопроизводства связаны с биотехнологиями и ветеринарными технологиями в сегменте генно-модифицированных кормов, пищевых добавок, витаминов и т.д., с «умной фермой» в области кормления животных, получения удобрений из отходов ферм.

Заготовка кормов

Технологии заготовки кормов используются для всего растениеводства, к скотоводству имеют косвенное отношение через выращивание кормовых культур для крупного рогатого скота.

Удобрения

Для повышения урожайности кормовых культур применяются органические и неорганические (химические, синтетические)

вещества для питания растений и повышения плодородия почв (удобрения) и средства защиты кормовых растений от вредителей и сорняков (пестициды).

В настоящее время больше всего применяются минеральные удобрения и возрастает роль биоудобрений.

Мировой рынок минеральных удобрений, согласно данным *Reports and Data*, составил в 2020 г. 108,8 млрд долл., и ожидается, что в 2027 г. он достигнет 130,7 млрд долл. [3.57]. На нужды животноводства, по разным оценкам, в мире расходуется 30–40% выращиваемых культур, поэтому в расчете на кормовые культуры за период 2020–2027 гг. рынок вырастет на 20% – с 39,2 млрд долл. до 47 млрд долл.

Основным сырьем для производства азотных минеральных удобрений является аммиак. Россия является одним из крупнейших производителей аммиака в мире, входит в пятерку лидеров (наряду с Китаем, США, Индией и Канадой) по объемам производства минеральных удобрений. На их долю приходится около 60% мирового объема агрохимии [3.58].

Одной из главных задач в разработке минеральных удобрений является повышение в них концентрации питательных веществ. Увеличенная концентрация позволяет уменьшить их общую физическую массу, что необходимо для снижения затрат на транспортировку и хранение. Другой задачей является снижение токсичности их производства для окружающей среды. Одним из загрязняющих свойств минеральных, в первую очередь азотных, удобрений является улетучивание части азота (оксида азота) в атмосферу во время внесения удобрения в почву. Поэтому более перспективными являются удобрения с пролонгированным действием (с контролируемым улетучиванием), обеспечивающие контролируемое высвобождение азота в соответствии с потребностями растений [3.59]. Другим вариантом решения вопроса является гранулирование / капсулирование минеральных удобрений с постепенным высвобождением питательных веществ в почву. Сегодня продолжает оставаться актуальным усовершенствование методов получения более устойчивых, медленно растворимых концентрированных азотных удобрений.

В западных странах были ужесточены экологические требования, что дало импульс к развитию «зеленых технологий». Переход на экологически чистые удобрения стимулируется ограничениями на выбросы аммиака и оксида азота (N_2O) [3.60]. В рамках данной парадигмы увеличивается роль биоудобрений, тесно связанных с органическим животноводством, а также экологически чистых удобрений, производимых в процессе переработки органических отходов.

Биоудобрения имеют ряд экологических преимуществ по отношению как к органическим (отсутствие патогенной микрофлоры, бóльшая стойкость к вымыванию из почвы микроэлементов, максимальное сохранение (фиксация) азота и др.) [3.61], так и к минеральным удобрениям (экологичность производства и применения). Одной из задач является увеличение фиксации атмосферного азота микроорганизмами для повышения урожайности растений. Для повышения урожайности и роста растений необходимы также аминокислоты. Методами генетической инженерии возможно получить микроорганизмы, генерирующие аминокислоты для биоудобрений [3.62, 3.63].

Для получения эффекта от бактериальных биоудобрений в полевых условиях необходимо четкое соблюдение технологии применения, что затрудняет широкую коммерциализацию данного типа удобрений [3.64]. Технологическим барьером считаются также относительная нестабильность бактериальных биоудобрений и короткий срок хранения [3.64].

Согласно исследованию *Research and Market*, ожидается, что мировой рынок биоудобрений вырастет с 1,2 млрд долл. в 2019 г. до 3,8 млрд долл. к 2025 г. Мировой рынок биоудобрений, применяемых для нужд скотоводства (выращивание кормовых культур), также может вырасти в три раза – с 0,4 млрд долл. в 2019 г. до 1,3 млрд долл. в 2025 г.

Крупнейшими производителями биоудобрений являются США, Китай, страны ЕС [3.65].

В России также проводятся исследования и разработки в области биоудобрений, несмотря на существенное влияние таких дестимуляторов, как традиции применения минеральных удобрений, недостаточная культура использования биопрепаратов и отсутствие поддержки на законодательном уровне.

Важное место в производстве экологически чистых удобрений занимают технологии переработки органических отходов животноводства (навоза, куриного помета) в удобрения. Среди таких технологий переработки выделяется аэробная ферментация, проводимая с помощью катализаторов-реакторов [3.66], основывающаяся на развитии и поддержании колонии аэробных бактерий, которые расщепляют органические остатки в искусственной среде. Альтернативным вариантом является анаэробная ферментация, где увлажненные органические отходы укладывают в контейнеры (компостируют) и оставляют на длительное ферментационное созревание за счет анаэробного брожения (при участии анаэробных бактерий – *Clostridium*). Полученную массу используют в качестве удобрения. Разновидностью данной технологии является переработка твердых бытовых отходов (далее – ТБО) и сточных вод в органоминеральные удобрения [3.67]. Для переработки ТБО и сточных вод в удобрения, уничтожения патогенной микрофлоры после сортировки и фильтрации применяют химические методы (кислотное анаэробное брожение и метановое брожение), что удорожает и снижает экологичность переработки. Однако в силу увеличения количества ТБО и при условии создания более дешевых и экологичных реагентов или других методов переработки данные технологии имеют большую перспективу.

Крупнейшими центрами развития рассматриваемых технологий являются страны Азиатско-Тихоокеанского региона и Северная Америка. В России, несмотря на то что есть запатентованные разработки и создана инфраструктура (биогазовые станции, где одним из направлений производства являются и биоудобрения) [3.68], технологии переработки отходов в удобрения пока не получили развития, в том числе вследствие недостаточности законодательных стимулов. В отличие от стран ЕС, в России нет жестких экологических требований и соответствующей фискальной политики, стимулирующих переход на более экологичные технологии.

Таким образом, несмотря на продолжающийся в мире рост рынка минеральных (синтетических) удобрений, где Россия занимает лидирующие позиции, ужесточение экологических требований в ведущих зарубежных странах стимулирует развитие «зеленых» технологий производства биоудобрений.

Пестициды

Современным и экологически более чистым типом пестицидов являются биопестициды, которые как еще одно технологическое направление в области заготовки кормов объединяют препараты для биологической борьбы с вредителями (насекомыми, паразитами, микроорганизмами), используемые в качестве альтернативы токсичным ядохимикатам – химическим пестицидам.

Нет единого, принятого на международном уровне определения биопестицидов. Так, в ЕС биопестицидами называются пестициды, получаемые с помощью микроорганизмов или из природных продуктов [3.69]. В России согласно ГОСТ Р 56694-2015 биопестициды – это биологические средства защиты растений, которые используют для борьбы с вредителями культурных растений, представляющие собой живые объекты или естественные биологически высокоактивные химические соединения, синтезируемые живыми организмами [3.70].

К инновационному типу биопестицидов относятся антимикробные пептиды. Это группа природных молекул, состоящих из аминокислот и обладающих антибактериальными свойствами (нарушают процесс метаболизма у патогенных бактерий). Их производят как с помощью методов генной инженерии, так и путем создания и использования препаратов, содержащих антимикробные пептиды (живые продуценты).

Вследствие ужесточения экологических требований роль биопестицидов выросла – они стали альтернативой химическим пестицидам. При этом эффективность химических пестицидов постепенно снижается из-за повышения резистентности к ним вредителей. В итоге наблюдаются высокие темпы роста мирового рынка биопестицидов. Согласно *Markets and Markets*, за период 2020–2025 гг. он вырастет с 4,3 млрд долл. до 8,5 млрд долл. (с ежегодными темпами роста 14,7%) [3.71]. В расчете на кормовые культуры рынок биопестицидов составил в 2020 г. 1,5 млрд долл., а к 2025 г. прогнозируется увеличение до 3 млрд долл.

Крупнейшими производителями биологических средств защиты растений являются США и страны Европы, где ужесточаются требования к применению химических средств. Общая

доля рынка США и ЕС в 2020 г. составляла около 70% мирового. Быстро растут рынки Китая и Индии. Ведущими производителями являются крупные транснациональные компании: *BASF SE, Bayer – Monsanto, Biobest Group NV, Certis USA LLC, Novozymes A/S, Marrone Bio Innovations, Syngenta AG* и др.

В России есть исследовательские заделы по тематике био-пестицидов, однако сдерживающим фактором является сложная и дорогая процедура регистрации биопрепаратов. Кроме того, нет региональных лабораторий, осуществляющих проверку бактериальных препаратов на качество [3.72]. Следует отметить, что проблема сложности и высокой цены процедуры регистрации био-пестицидов есть во многих странах мира.

Рынок био-пестицидов, которые синтезируются с помощью трансгенных сортов растений, полученных методами генной инженерии, ограничен странами, где выращивание генетически модифицированных культур разрешено (США, Китай, Бразилия, Индия и др.). В большинстве других государств (в том числе в странах ЕС и в России) их выращивание запрещено законом.

Существуют также и технологические барьеры развития био-пестицидов. Их эффективность зависит от условий окружающей среды. Требуются особые условия хранения био-пестицидов при коротком сроке годности. Поэтому актуальны исследования микроорганизмов и пептидов для увеличения срока хранения данных препаратов и снижения их стоимости по сравнению с химическими средствами.

В целом увеличение резистентности патогенов к химическим пестицидам, а также тенденции экологизации животноводства стимулируют развитие новых технологий защиты растений, которые оказывают меньшую нагрузку на окружающую среду, а также технологий производства и заготовки биоудобрений.

Новые корма

Исходя из биологических особенностей, основными для крупного рогатого скота являются корма растительного происхождения (кормовые культуры и их гибриды, генетически модифицированные культуры, растительные отходы пищевой промышлен-

ности, сочные плоды и т.д.), животного происхождения (рыбная мука, перьевая мука, гидролизат кератинового сырья, крилевая мука, вторичное молочное сырье и т.д.), а также комбикорма.

Технологии увеличения питательности растительных кормов

Технологии силосования и сенажирования применяются для консервирования и хранения растительных кормов [3.73], что актуально для стран с ярко выраженной сезонностью вегетации растений (например, для России, Канады, США, ЕС и др.).

Силосование – биологическое консервирование растительной массы без доступа воздуха, в основе которого лежит процесс молочнокислого брожения, сохраняющий почти все качества свежих зеленых кормов.

Сенажирование – биологическое консервирование растительной массы в герметичных емкостях, проявленной до влажности 50–55%.

Одной из актуальных проблем в кормопроизводстве является решение задачи снижения потерь питательных веществ при биохимических процессах, протекающих в силосуемой или сенажируемой массе [3.74]. Для этих целей применяют консерванты – химические либо биологические. Химические консерванты производятся из неорганических кислот (серной или фосфорной), органических кислот (например, муравьиной), антибактериальных натриевых солей. Биоконсерванты имеют в своей основе молочнокислые бактерии (лактобактерии). Биоконсерванты повышают выход кормов на 12–13% по сравнению с обычным консервированием без их применения.

Используемые в настоящее время для силосования и сенажирования биоконсерванты позволяют не только сохранить питательные вещества, но также дополнить консервируемую массу органическими кислотами, витаминами А, Е и С, В12, культурами молочнокислых бактерий, улучшающих пищеварение животных.

Помимо более высокой экологичности по отношению к химическим консервантам, биоконсерванты имеют меньшую стоимость, чем химические, что способствует их широкому при-

менению во всем мире, особенно в США, Канаде, ЕС, России. Быстрыми темпами растет также китайский рынок. Согласно расчетам *Mordor Intelligence*, рынок биоконсервантов во всем мире с 2021–2026 гг. ежегодно будет расти на 4,2%. Уже сейчас в развитых странах 70% применяемых для силосования консервантов являются биоконсервантами [3.75]. Крупнейшими производителями в мире являются *BASF SE*, *Archer Daniels Midland Company*, *ForFarmers NV*, *Chr. Hansen*, *Lallemand Animal Nutrition*.

В России отечественные биоконсерванты производятся компаниями «БИОТРОФ», «Капитал-ПРОК», «НИИ Пробиотиков», «Сиббиофарм», «НТЦ БИО» и др.

Для увеличения урожайности, резистентности к вредителям, а также увеличения питательности кормовых культур в США, Бразилии, Китае, Индии и в некоторых других странах используют технологии генной инженерии, с помощью которой создаются новые, генно-модифицированные сорта кормовых культур (например, кукурузы, сои и т.д.) с заданными характеристиками. Однако распространение данных технологий сильно замедляется законодательными барьерами в большинстве стран мира.

Комбикорма

Комбикорма (комбинированные корма) – это однородные смеси корма (зерна, бобовых культур, а также продуктов с высоким содержанием белка, витаминов), предназначенные для определенного вида животных. Для их производства применяют растительные компоненты: зерновые и бобовые кормовые культуры, шроты и жмыхи (продукты переработки подсолнечника, льна, сои, рапса), восполняющие нехватку жиров, травяную муку (источник клетчатки), которые составляют основу комбикорма, а также добавляют дрожжи, кормовые фосфаты, соль, мясокостную, кровяную или рыбную муку, витамины и микроэлементы. Для увеличения срока хранения комбикормов в них добавляют консерванты и противомикробные вещества (антибиотики).

Виды комбикормов, а также рацион кормления ими животных выбираются в зависимости не только от возраста и физического состояния животных, но также от породы (мясные или молоч-

ные). Для дойных молочных коров подбираются рацион и корма с большим количеством углеводов, липидов, железа, крахмала; для мясных пород крупного рогатого скота – корма с высоким содержанием белков и клетчатки, способствующие быстрому набору мышечной массы.

При производстве комбикормов применяют различные методы и технологии обработки растительного сырья для повышения его питательности (превращения клетчатки (целлюлозы) в сахар): проращивание, поджаривание, экструзию, кондиционирование под давлением и т.д. Технологии нейтрализации кислот и снижения уровня микробной контаминации используют для буферизации органических кислот и минеральных веществ, уничтожения патогенов для последующего производства комбикормов.

Одной из новых технологий приготовления жидких комбикормов является ультразвуковая кавитационная обработка – создание парогазовых пузырьков в жидкой среде под влиянием ультразвуковой волны. Путем кавитационной обработки растительной массы из клетчатки (целлюлозы) получают крахмал, из которого посредством гидролиза образуются простые сахараиды, в результате чего повышается перевариваемость сухого вещества.

Для производства белково-витаминно-минеральных добавок (БВМД) и премиксов применяют технологии химического смешивания ингредиентов для создания антиоксидантов, ферментов и антимикробных добавок. Инновационным является биотехнологический метод промышленной ферментации с использованием живых культур и контролируемых условий ферментации.

Мировой рынок комбикормов для крупного рогатого скота, согласно расчетам *Grand View Research*, в 2019 г. составил 74,8 млрд долл.; к 2027 г. он вырастет до 96,2 млрд долл. (с ростом на 3,2% ежегодно) [3.76]. Молочное скотоводство во всем мире является крупнейшим потребителем комбикормов (54%). Крупнейшими рынками являются США (34%) – страна с наибольшим потреблением животноводческой продукции (в частности, говядины) на человека. Росту американского рынка способствуют большие объемы выращиваемых там кормовых культур (в том числе генно-модифицированной кукурузы). Наиболее быстро

растет рынок Китая – страны с быстрым ростом поголовья и динамически развивающимся скотоводством, чему способствуют большая численность населения и значительное увеличение потребления говядины в ней за последнее десятилетие. Данные факты привели к росту спроса там на корма. Испания и Германия являются крупнейшими рынками комбикормов в Европе. Ведущими мировыми производителями комбикормов являются *Cargill Inc.*, *ForFarmers Inc.*, *De Heus*, *Archer Daniels Midland (ADM Animal Nutrition)*, *Kemin* и др.

Производство комбикормов развивается и в России. Агрохолдинги (Мираторг, ЭкоНива, Агрокомплекс им. Н.И. Ткачева и др.) наращивают собственное производство и переходят на самообеспечение кормами, снижая таким образом расходы на приобретение нужных кормов. Другими производителями комбикормов в России являются Агроэко, Мустанг Технологии Кормления, Молвест, Мегамикс и др.

Научные исследования и разработки в области комбикормов концентрируются на создании экологически безопасных, высокопитательных и легко усваиваемых кормов параллельно со снижением их себестоимости.

Технологическим барьером производства комбикормов является то, что применение практически всех методов обработки растительного сырья требует высоких температур, что делает их энергозатратными, приводит к частичной деградации биологически активных компонентов, в то время как превращение целлюлозы в сахараиды – легко перевариваемые углеводы – происходит не полностью [3.77]. В связи с этим в данной сфере существует необходимость создания менее энергозатратных и более эффективных технологий переработки целлюлозы в сахар. Наиболее перспективной признается ультразвуковая кавитационная обработка – создание парогазовых пузырьков в жидкой среде под влиянием ультразвуковой волны. Данная технология повышает количество сахара на 10,9–25,0% при снижении сырой клетчатки на 7,1–7,5% [3.78]. По сравнению с классическими технологиями производства комбикормов снижение себестоимости кормов, полученных кавитационным способом, составляет 15–25% [3.77].

Витамины и добавки

Витамины и добавки (минеральные вещества) необходимы для полноценного рациона питания. Они способствуют нормализации обмена веществ и повышению иммунитета.

Микро- и макроэлементы поступают в организм животных с растительной едой. При нехватке некоторых компонентов в растениях фермеры используют кормовые добавки, которые вносят в воду, премиксы и комбикорма. Технологии создания витаминов и пищевых добавок связаны с ветеринарной фармацевтикой и биотехнологиями, а также с химией, поскольку витамины синтезируют в основном химическим путем или извлекают из естественных источников. Некоторые витамины получают микробиологическим путем, а также с помощью пробиотиков.

В России имеются научно-технологические заделы для производства витаминов и добавок.

Заменители молока для телят

Заменители молока или заменители цельного молока (ЗЦМ) применяются для повышения товарности коровьего молока и увеличения его объемов на продажу. Заменители цельного молока представляют собой многокомпонентные смеси (обычно на основе сои), применяемые для кормления телят. Они сбалансированы по витаминному и минеральному составу, обогащены пробиотиками. Основная часть заменителей цельного молока импортируется в Россию из-за рубежа.

* * *

В целом *в развитии технологий кормопроизводства как единого направления* можно ожидать следующие изменения:

- вследствие постепенного снижения стоимости и ужесточения экологических требований в развитых странах будет расти применение биоудобрений, несмотря на все еще широкое (особенно в России и развивающихся странах) использование токсичных минеральных удобрений;

- из-за увеличения резистентности патогенов к химическим пестицидам, а также тенденций экологизации животноводства будут развиваться новые, более экологичные технологии защиты растений (биопестициды), оказывающие меньшую нагрузку на окружающую среду, с перспективой постепенной замены ядохимикатов;
- выращивание кормовых генетически модифицированных культур, обеспечивающих высокие урожаи, развивается в странах, где их промышленное выращивание разрешено (США, Китай, Индия, Бразилия, Пакистан и т.д.). Однако законодательные запреты в других странах (в том числе ЕС и России) в обозримом будущем будут ограничивать развитие данного направления;
- технологии заготовки кормов (силосование и сенажирование) пока являются безальтернативными и будут продолжать использоваться в ближайшее 5–10 лет. При этом химические консерванты постепенно будут уступать место биоконсервантам;
- технологии производства комбикормов, скорее всего, будут развиваться в направлении создания более эффективных (питательных и легко усвояемых), экологичных и менее энергозатратных кормов.

3.4. «Умная ферма»

«Умная ферма» – понятие, объединяющее несколько технологий, которые применяются для управления производственными процессами на ферме. В совокупности технологии «умного животноводства» направлены на увеличение рентабельности производства через значительную экономию ресурсов посредством точных расчетов необходимости их применения и дозировок, снижение влияния человеческого фактора и оптимизацию использования трудовых ресурсов.

В настоящем докладе рассматриваются перспективные технологические направления: роботизация производственных процессов фермы, цифровизация фермы, а также системы мониторинга и управления. Выбор этих направлений обусловлен их решающей ролью в «умной ферме» и увеличивающимся влиянием на молоч-

ное и мясное скотоводство. Данные технологии являются определяющими в процессе отслеживания всей цепочки добавленной стоимости от фермы до прилавка магазина, что вписывается в парадигму современного устойчивого сельского хозяйства. Однако применение технологий «умной фермы» требует высокой квалификации фермеров.

Роботизация, предполагающая включение в производство роботов и роботизированных систем, представляет собой частный случай автоматизации, выступает ее интегральной частью.

Цифровизация скотоводства – это внедрение современных цифровых технологий и создание единой системы (виртуальной сети), в которую через технологии искусственного интеллекта и Интернета вещей интегрируются все оборудование фермы и сами животные, где они могут взаимодействовать между собой без вмешательства человека.

Системы мониторинга – это цифровые системы отслеживания физиологических и поведенческих параметров скота в реальном времени на базе Интернета вещей для контроля за их здоровьем и воспроизводством. Данные системы помогают заблаговременно выявлять заболевания животных, а также охоту для оптимизации их воспроизводства.

Технологии роботизации фермы

Роботизация скотоводства началась с 1990-х гг., когда появились новые системы доения, после которых в роботизацию включились и другие процессы. Сегодня основными направлениями развития технологий роботизации являются:

- системы кормления / поения животных, куда входят интегрированные роботизированные системы кормления, дозаторы, кормосмесители и раздатчики, подравнители кормов, системы выпойки телят, автоматизированные пастбищные системы;
- доильные системы: доильные роботы, интегрированные роботизированные системы доения и управления стадом;
- роботы для чистки стойл и коровника: автоматизированные уборщики навоза скреперного типа, автономные уборщики навоза;
- системы ухода за животными.

Роботизированные системы кормления и поения

Эти системы обеспечивают автоматическое кормление и поение животных строго в соответствии с необходимостью, позволяют смешивать и раздавать точно рассчитанный рацион в определенном режиме. Кормораздатчики дают возможность проводить индивидуальное и групповое кормление.

Полностью роботизированные системы кормления появились в начале 2000-х гг. Они состоят из многих агрегатов, которые управляются искусственным интеллектом по задаваемым программам, позволяющим без участия человека готовить кормовые смеси и осуществлять их раздачу. В систему входят погрузчик грубых кормов, дозатор кормовых добавок и робот-смеситель-кормораздатчик, выполняющий функцию робота – подравнителя кормов. Некоторые системы данного типа разработаны в дополнение к доильным роботам для молочных ферм [3.79].

Современные роботизированные системы кормления бывают нескольких типов, применяемых в зависимости от системы содержания (беспривязное / привязное), размера стада, типа хозяйства (молочное / мясное) и т.д.:

- роботы-кормораздатчики ленточного типа – применяются для группового кормления животных. Раздача кормов может производиться в обе стороны от ленты транспортера;
- роботы-кормораздатчики подвешенного типа для индивидуального кормления крупного рогатого скота в соответствии с запрограммированным рецептом. Могут использоваться для раздельного типа кормления, когда грубые и концентрированные корма раздаются раздельно;
- роботы-кормораздатчики мобильного типа с шасси – новые автоматизированные системы кормления, перемещение которых происходит в автономном режиме на колесах. Привод осуществляется от электродвигателя с аккумуляторной батареей. В последнее время данный тип ввиду своей большей мобильности получает все большее распространение;
- роботы-кормораздатчики с функцией подравнивания кормов, применяемые на современных фермах с беспривязным со-

держанием крупного рогатого скота, где раздача кормов проводится на более удобном в плане очистки «кормовом столе», а не в кормушке. При кормлении часть корма через некоторое время оказывается вне досягаемости коров. Роботы данного типа сдвигают корм ближе к животным 2–5 раз в сутки, заменяя тяжелый физический труд людей.

Все перечисленные типы имеют свои ниши рынка в зависимости от системы содержания, типа и размера хозяйства.

Вследствие развития цифровизации прослеживается тенденция интеграции указанных роботизированных систем кормления с системами мониторинга, благодаря чему роботы встраиваются в единую технологическую линию. В интегрированных роботизированных системах искусственный интеллект посредством сенсоров и датчиков полностью контролирует процесс кормления, учитывая поведение каждого животного (скорость приема пищи, количество подходов к корму и т.д.). Любые изменения сразу же фиксируются, выявляя плохо питающихся животных.

Еще одно направление роботизации – автоматизированные пастбищные системы (*automatic grazing system*) с использованием пастбищ для кормления крупного рогатого скота. Данная технология предполагает применение мобильных роботов. Во избежание вытаптывания травы и ее загрязнения навозом специалистами компании *Lely* считается более целесообразным использовать «фронтальные пастбища» [3.80], которые и применяются сегодня в автоматизированных пастбищных системах. Для ограничения участков с травой используют электроизгородь, которые по мере съедания травы коровами передвигаются с помощью мобильных роботов. В процессе перемещения роботы освобождают новые участки травы. Автоматизированные пастбища в основном применяются в мясном скотоводстве, где выпас скота имеет существенное значение.

Роботизированные доильные системы

Первый роботизированный комплекс доения молочных коров, разработанный голландской компанией *Lely Industries NV*, появился в 1992 г. в Нидерландах. Доильные роботы под-

разумевают большую степень интеграции, в том числе с технологиями искусственного интеллекта. Роботы-дояры – инновационные автоматические системы доения молочных коров, оснащенные оптическими камерами, лазерными устройствами, датчиками. Оптические камеры (компьютерное зрение) и лазерные устройства (дающие трехмерное изображение вымени) точно определяют геометрические параметры сосков и вымени животного. Перед доением робот моет вымя, сушит его, производит доение и посредством датчиков автоматически оценивает качество молока, а после доения проводит дезинфекцию всей системы. С помощью оценки вымени робот выявляет признаки мастита. Для диагностики субклинических маститов датчики проверяют электропроводность и температуру молока. Не соответствующее нормативам качества молоко отделяется роботом и заливается в специальные емкости. Робот может также при необходимости проводить выдачу корма коровам во время доения.

Особенностью процесса доения является изменение интенсивности молокоотдачи, наиболее интенсивной в начальной фазе с последующим снижением и прекращением в конечной фазе. С точки зрения длительности данных фаз и общей продолжительности доения каждая корова уникальна. По этой причине доильный робот должен сам, без участия человека, определить параметры доения и адаптироваться к ним. Данная задача долгое время была невыполнимой. Первые роботы могли адаптироваться к режиму доения для всего вымени. Современные роботы адаптируются к режиму доения для каждой четверти вымени, поскольку все они предполагают свой особый режим.

Коровы достаточно быстро привыкают к доению роботом. Робот работает круглосуточно, что увеличивает частоту доений. Чип / метка на каждой корове позволяет наиболее продвинутым системам ее идентифицировать по уникальному номеру и внести записи о проведенной дойке данной коровы в компьютер. Эти записи используются искусственным интеллектом для управления доением и кормлением коровы.

Роботы для чистки стойл и коровника и системы ухода за животными

Роботы – уборщики навоза в «умных фермах» ежедневно выполняют процедуру чистки коровника и удаления навоза. Потребители сами могут задать роботу режим и маршрут чистки.

Для чистки шкуры и увеличения комфорта коров разработаны автоматические щетки-чесалки, удаляющие грязь, паразитов с тела животных, спрос на которые увеличивается по мере возрастания требований к комфорту животных на фермах.

Новыми, но пока не получившими широкого распространения роботами являются роботы-погонщики, созданные в 2018 г. американской компанией *Cargill*, призванные снизить стресс перемещаемых между загонами быков и обезопасить сотрудников ферм [3.81], которые могут быть ими покалечены. Возможно, что с увеличением требований к безопасности людей-погонщиков данные роботы в будущем получат распространение на мясных фермах.

Вспомогательными для ферм роботами являются складские и логистические роботы – роботизированные автономные средства, востребованные для замены человеческого труда на складах, в амбарах для перевозки грузов, молока, мяса и т.д. Их роль возрастает по мере общего увеличения роботизации ферм и замены человеческого труда роботами.

Мировой рынок автоматизированных систем кормления, в соответствии с расчетами *Markets and Markets*, ежегодно растет на 8,35% [3.82], автоматизированных доильных систем – на 11,8% (согласно *Grand View Research*) [3.83].

Сегмент автоматизированного управления доением и контролем молока (куда входят и доильные роботы) занимает доминирующую долю рынка и растет быстрее. Это связано с тем, что процесс доения и одновременно контроля качества молока является одной из самых трудоемких операций на ферме; автоматизация и роботизация данных процессов снижает трудовые издержки, что особенно актуально в развитых странах. Более того, в таких странах говядина и молочные продукты постоянно контролируются различными частными и государственными организациями в целях соблюдения норм качества продукции.

Крупнейшими рынками роботизированных систем для «умных ферм» являются европейские страны (Нидерланды, Бельгия, Германия и др.), США и Канада, где быстрыми темпами развивается концепция «точного животноводства». Помимо западных стран, данные технологии широко применяются в Израиле. Быстрыми темпами растет китайский рынок. Российский рынок является небольшим. Импортные роботизированные доильные системы и системы кормления в России применяют некоторые крупные хозяйства.

Крупнейшими разработчиками и производителями роботизированных систем для скотоводческих «умных ферм» в мире являются западноевропейские компании *Lely* (Нидерланды), *Trioliet BV* (Нидерланды), *DeLaval* (Швеция), *GEA Group AG* (Германия), *Fullwood Ltd.* (Великобритания), *Dairymaster* (Ирландия) и др. Многие из данных производителей имеют свои подразделения НИОКР, где часто совместно с университетами или другими компаниями проводят исследования и разработки.

Ведущими игроками на рынке складских и логистических роботов являются американские компании *Amazon Robotics* (ранее *Kiva Systems*), *Bossa Nova Robotics* и др.

Перспективы и барьеры развития технологий робототехники для скотоводческих ферм

Барьерами развития технологий роботизации для скотоводческих ферм являются:

- пока еще высокая стоимость роботизированных систем, несмотря на постепенное ее снижение во всем мире;
- энергозатратность – доильный робот расходует больше электроэнергии и воды;
- непригодность многих коров к роботизируемому доению – появляется необходимость выбраковки коров по параметрам вымени и сосков. Перед селекционерами ставятся задачи улучшения существующих или создания новых пород с обязательным учетом данных параметров.

Перспективным направлением является интеграция роботизированных систем кормления и доения с системами мони-

торинга и управления стадом в единую систему, управляемую искусственным интеллектом.

Кроме того, развитие роботизированных систем связано с селекционными технологиями. Одним из важных селекционных параметров коров является их пригодность к роботизированному доению. Развитие селекционной работы в этом направлении увеличивает перспективы и возможности внедрения роботизированных систем доения в хозяйства.

Цифровизация, системы мониторинга и управления

Цифровизация («точное животноводство») предоставляет возможность непрерывного контроля за всеми производственными процессами на ферме и оперативного реагирования на все изменения, что способствует росту ее эффективности и прибыльности. В основе «точного животноводства» лежит индивидуальный подход к каждому животному, предполагающий его идентификацию и считывание всех физиологических параметров (температуры тела, скорости руминации, общей активности, веса тела, количества подходов к поилке, объема потребленной пищи, надоев, стельности и т.д.) с учетом его наследственных данных. Для этого используются цифровые системы управления стадом и его мониторинга.

Большую роль в развитии указанных технологий сыграло внедрение радиочастотных идентификационных меток (*RFID*). Искусственный интеллект с помощью системы идентификации (бирки с чипами / датчиками, ошейники – транспондеры *RFID* на животных) запоминает индивидуальные особенности каждого животного. Посредством датчиков контролируются все изменения физиологических параметров. Данный подход позволяет выявить заболевания животных задолго до проявления основных симптомов, а также определить различные физиологические периоды у коров, необходимые для воспроизводства стада.

Современные системы мониторинга и управления включают в себя:

- системы мониторинга за здоровьем и воспроизводством стада;

- системы управления фермой и базы данных по животным в хозяйстве (софт, платформы);
- логистические системы (геопрослеживаемость продукции).

Системы мониторинга за здоровьем и воспроизводством стада

Это системы слежения за физиологическими и поведенческими параметрами каждого животного на основе датчиков (обычно ножных датчиков и ошейников) в сочетании с программным обеспечением (ПО). Помимо мониторинга здоровья животных, датчики выявляют половую охоту у коров, что помогает обеспечить достаточную фертильность каждой отдельной коровы и всего стада в целом с автоматическим определением тех из них, которых можно осеменить. Для каждой коровы система определяет свой режим, так как для качественного управления воспроизводством стада необходимо, чтобы отелы коров происходили через определенные интервалы времени для поддержания производства молока на максимально возможном высоком уровне.

Принимая во внимание указанные преимущества, которые дает использование данных технологий фермерам, а также дальнейшее развитие и расширение сфер применения Интернета вещей и вычислительных технологий, искусственного интеллекта, системы мониторинга и управления стадом имеют большой потенциал развития и более широкого распространения по всему миру.

Системы управления фермой

Системы управления фермой и базы данных по крупному рогатому скоту в хозяйстве – это комплексные решения управления материальными ресурсами фермы на основе анализа данных, в том числе *Big Data*, и облачных технологий. Они применяются во всех сферах экономики и не являются уникальными для скотоводства. Главными мировыми производителями в рассматриваемой области выступают крупные транснациональные

компании *SAP* (Германия), *Oracle* (США), *Microsoft* (США) и др. В России для животноводства была создана система «1С: Предприятие 8» с модулями для скотоводства «Цифровое животноводство» и «Селекция в скотоводстве». Другим крупным производителем *ERP*-систем в России является корпорация «Галактика». Отечественной модульной *ERP*-системой, созданной для нужд селекции и племенной работы с крупным рогатым скотом, выступает информационно-аналитическая система (ИАС) «СЕЛЭКС», принадлежащая компании «Плинор».

По мере увеличения спроса на «умную ферму» пропорционально растет спрос на *ERP*-системы как в мире, так и в России.

Логистические системы (геопрослеживаемость продукции)

Отдельного внимания заслуживает растущая тенденция применения в логистике скотоводства искусственного интеллекта и Интернета вещей, обеспечивающих геопрослеживаемость скотоводческой продукции (сбор и хранение информации о происхождении продукции и гарантии прослеживаемости данных в цепочке поставок). В данном сегменте используются системы спутникового позиционирования и навигации, датчики, штрих-коды, *RFID*-метки, соответствующее программное обеспечение и т.д. Геопрослеживаемость продукции развивается как отклик на растущее стремление к здоровому образу жизни и связанное с ним желание потребителей получать подробную информацию о происхождении продукции, ее ингредиентах и методах производства. Она также предотвращает потери при хранении, транспортировке животноводческой продукции.

Согласно расчетам *Markets and Markets*, мировой рынок систем мониторинга и управления стадом составит 1,4 млрд долл. США в 2021 г. К 2026 г. он вырастет до 2,3 млрд долл. США (с ежегодным ростом на 10,4%) [3.84]. Крупнейшим рынком этих технологий являются страны Европы. Другие значимые рынки – США и Канада, а также Израиль. В последнее время увеличивается доля Азиатско-Тихоокеанского региона.

Крупнейшими производителями в мире в рассматриваемой области являются *GEA Farm Technologies* (Германия), *DeLaval* (Швеция), *Afimilk Ltd.* (Израиль), *Allflex* (США), *BouMatic LLC* (США), *Merck Animal Health* (США), *Dairymaster Ltd.* (Ирландия), *Lely International NV* (Нидерланды), *Fancom BV* (Нидерланды), *Fullwood Packo Ltd.* (Великобритания), *Nedap NV* (Нидерланды) и др. Эти компании, имея подразделения НИОКР, разрабатывают и коммерциализируют свою продукцию во многих странах мира, обеспечивая себе лидерство в данном направлении в мировом масштабе.

Российские разработки представляют собой более дешевые аналоги импортных технологий. Из отечественных производителей выделяются ООО «Плинор» (система «СЕЛЭКС»), российско-белорусский стартап «Распределенные сенсорные системы» (система мониторинга *Ovi-Bovi*) и др.

Перспективы и барьеры развития технологий мониторинга и управления

Развитие технологий систем управления и мониторинга стада напрямую связано с развитием Интернета вещей и искусственного интеллекта. Таким образом, созданию новых и дальнейшему совершенствованию существующих технологий в сфере «точного животноводства» в первую очередь будет способствовать следующее:

- увеличение вычислительных мощностей, способных быстро анализировать и систематизировать очень большие массивы неструктурированной информации (намного быстрее, чем обычные компьютеры). С прогрессирующим включением все большего числа источников информации (датчиков, сенсоров, баз данных по генотипам и фенотипам и т.д.) объем данных из года в год будет расти, что потребует значительного повышения вычислительных мощностей, а также улучшения систем связи и каналов передачи информации;
- дальнейшее развитие Интернета вещей и средств сбора и передачи информации (сенсоры, датчики, телекоммуникационные средства и т.д.);

- развитие технологий компьютерного (машинного) зрения, способных четко и точно определять и различать объекты;
- развитие систем спутникового позиционирования *GPS* / Глонасс, обеспечение бесперебойного и постоянно сильного сигнала со спутников, минимизация действия на него погодных и других условий, дальнейшее развитие систем навигации.

Главным барьером для внедрения технологий мониторинга и управления являются высокие первоначальные инвестиции и эксплуатационные расходы. Оборудование для мониторинга и отслеживания, модули Интернета вещей, датчики и программное обеспечение для управления стадом – дорогостоящие технологии. Высокие эксплуатационные расходы препятствуют их использованию мелкими хозяйствами, особенно в развивающихся странах.

Барьером для внедрения указанных технологий во многих странах является также низкая осведомленность фермеров об их преимуществах. Дополнительные проблемы связаны с недостаточной квалификацией тех фермеров, которые пытаются использовать данные технологии.

* * *

Во всем мире, и особенно в развитых странах, прослеживается рост автоматизации трудоемких производственных процессов в животноводстве. Широкое внедрение роботов на фермах (прогрессирующая роботизация отрасли) приводит к замещению ручного труда машинным и к снижению численности обслуживающего персонала, а также к постепенному исчезновению некоторых профессий (доярок, грузчиков, уборщиков и т.д.).

Увеличивается востребованность систем контроля над полным циклом производства продукции «от фермы до вилки», а также технологических решений для предотвращения потерь при хранении, транспортировке животноводческой продукции с помощью Интернета вещей и искусственного интеллекта.

Основным направлением развития «умной фермы» будет интеграция роботизированных систем различного назначения и систем мониторинга в единую систему управления фермой. При

этом широкое применение технологий «умной фермы» требует значительного увеличения вычислительных мощностей, а также улучшения систем связи и каналов передачи информации. Соответственно, развитие данного технологического направления будет во многом определяться изменениями в информационных технологиях широкого применения.

Раздел 4.

Патентный анализ технологий

Патентный анализ проводился с целью выявления мировых тенденций развития технологий в области скотоводства и сравнительных позиций России. Его целью было выявить:

- динамику патентования по выделенным технологиям;
- сравнительную патентную активность по странам мира и отдельно по России;
- организации-лидеры в области разработки технологий для молочного и мясного скотоводства.

С целью выбора источника информации было проанализировано три базы данных: *The Lens*, *Cipher* и *Google Patents*. Сравнение проводилось по следующим параметрам: доступность, объем поискового запроса, размер и формат базы данных для выгрузки. Анализ и сопоставление баз данных (Приложение 3) выявили следующие их особенности:

- 1) база *Google Patents* в настоящее время слабо поддерживается в рабочем состоянии и непригодна для проведения патентного анализа из-за отсутствия возможности выгрузки достаточных объемов данных;
- 2) в базе данных *Cipher* обнаружено значительное смещение выборки патентных документов по приоритету в сторону Китая и России, а также относительно небольшое их число при сопоставимых запросах в других базах;
- 3) в базе данных *The Lens* получен наиболее широкий список патентных документов в области мясного и молочного скотоводства в мире с возможностью их выгрузки.

По итогам сопоставления база данных *The Lens* была выбрана в качестве источника статистической информации для анализа патентования технологий скотоводства.

4.1. Методика формирования выборки

Анализ патентов проводился за период 2006–2020 гг. Ограничение 2006 г. связано с тем, что в это время стали появляться современные технологии для молочного и мясного скотоводства, в частности для анализа геномов на основе биочипов. В свою очередь в России в 2005 г. был принят приоритетный план развития агропромышленного комплекса, что стимулировало появление в стране новых технологий [4.1]. Ограничение 2020 г. связано с тем, что заявка на изобретение, прошедшая формальную экспертизу с положительным результатом, публикуется обычно спустя 18 месяцев. Таким образом, данные за 2021 г. были неполными.

Для формирования поискового запроса был проведен анализ ключевых слов в статьях, проиндексированных в *ScienceDirect* и содержащих информацию о технологиях скотоводства. В состав исходных ключевых слов вошли следующие названия крупного рогатого скота: *cattle OR cow OR heifer OR bovine OR bos taurus OR bull OR calf OR dairy livestock*.

Поиск в базе *The Lens* произведен в разделах: заголовок (*title*), краткое содержание (*abstract*) и притязания (*claims*). Выбирались документы со статусом «получены» («*granted*») и «с ограничениями» («*limited*»). Патентный документ со статусом «получен» закрепляет исключительное право на продукт или процесс, который, как правило, обеспечивает новый способ выполнения чего-либо или предлагает новое техническое решение проблемы, со сроком действия обычно 20 лет от даты приоритета [4.2]. Патентный документ со статусом «с ограничением» действует менее 20 лет, выдается национальными патентными ведомствами; заявка при этом проходит упрощенную процедуру проверки [4.3]. Критерий даты был выбран по приоритету, что позволяет проводить анализ по простым патентным семьям. Простое патентное семейство – совокупность патентов, относящихся к одному и тому же изобретению, каждый член которой имеет в качестве основы своего «приоритетного права» точно такую же исходную заявку или заявки [4.4].

Под патентной семьей в рамках проведенного анализа подразумевается совокупность патентных документов на общее

изобретение в разных странах со статусом «получены» и «с ограничением», объединенных общим номером приоритета. Термины «патентная семья» и «простая патентная семья» используются как синонимы, если специально не указано иное. В результате поискового запроса обнаружено 37 тыс. патентных документов со статусом «получен» и «с ограничениями» за период 2006–2020 гг. [4.5].

Для того чтобы максимально учесть патенты, относящиеся к технологиям скотоводства, в запрос были добавлены документы, по которым могли отсутствовать некоторые данные (например, краткое содержание или притязания) и которые по указанной причине не вошли в исходный поисковый запрос. После этого выборка была расширена до 89 тыс. патентных документов.

Затем информация группировалась по патентным семьям, что позволило исключить дублирование изобретений в патентных документах. Всего было выявлено 34 тыс. патентных семей, куда вошли документы со статусом «получен» и «с ограничением». Данная выборка отражает обширный спектр технологических областей, связанных с животными или продуктами животного происхождения, в том числе те, которые не имеют отношения к мясному и молочному скотоводству. Соответственно, база далее вычищалась для того, чтобы остались только патентные семьи, описывающие изобретения, применяемые в скотоводстве.

Анализ выборки по размеру патентных семей показал, что подавляющее число документов (91%) составили патентные семьи, включающие один патентный документ (табл. 4.1). Изобретения, запатентованные только в одной стране, имеют лишь национальное значение, в связи с чем подобные патентные семьи было решено исключить из дальнейшего исследования. Чтобы при этом не упустить важные изобретения, в выборке были сохранены патентные семьи, у которых была заявка в ВОИС или патентный документ действовал в нескольких странах. Заявка в ВОИС (*Patent Cooperation Treaty application*) подается в соответствии с Соглашением о патентной кооперации (*PCT*), и в рамках принципа «одного окна» она может быть подана в 153 странах, являющихся участниками указанного Соглашения [4.6]. Заявка

в ВОИС может свидетельствовать о потенциальной мировой значимости изобретения. Было выявлено 950 патентных семей с одним документом, где есть заявка в ВОИС, и 162 патентных семьи, где один документ действует на территории нескольких государств. Таким образом, объем выборки для дальнейшего анализа составил *4188 патентных семей*.

Таблица 4.1. Размеры патентных семей

Число документов в патентной семье	Количество патентных семей	Доля патентных семей с ограничением по размеру от общего числа, %	Уменьшение выборки, %
≥7	454	1	– 31
≥6	662	2	– 31
≥5	963	3	– 31
≥4	1389	4	– 31
≥3	2015	6	– 34
≥2	3076	9	– 91
≥1	34 219	100	

Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

Для дальнейшей очистки базы данных от нерелевантных патентных семей использовался международный патентный классификатор (*IPC*) и совместный патентный классификатор (*CPC*). Международная патентная классификация предусматривает иерархическую систему символов для разделения патентов и полезных моделей в соответствии с различными областями техники, к которым они относятся [4.7]. Совместная патентная классификация – это общая классификация технических документов Европейского патентного ведомства и Ведомства по патентам и товарным знакам США, которая используется обоими ведомствами в процессе выдачи патентов [4.8].

Необходимо отметить, что при анализе классификаторов не было выявлено кодов, которые были бы однозначно реле-

вантны для технологий в области скотоводства. Коды классификатора, к которым можно отнести такие технологии, охватывают следующие разделы Международной патентной классификации (табл. 4.2):

- А (удовлетворение жизненных потребностей человека);
- С (химия; металлургия);
- G (физика) (табл. 4.3).

Таблица 4.2. Классификаторы технологий в области скотоводства

Раздел	Классы	Подклассы
А	A01 – сельское хозяйство, животноводство и др.	A01K – животноводство, выращивание или разведение новых пород животных и др. A01J – производство молочных продуктов
	A23 – пища или пищевые продукты; их обработка, не отнесенная к другим классам	A23K – корма
	A61 – ветеринария и др.	A61B – диагностика и др. A61D – ветеринария
		A61K – лекарства и медикаменты
С	C07 – органическая химия	–
	C12 – биохимия; геновая инженерия и др.	–
G	G16 – вычисление; счет	Был проверен в ручном формате
	G06 – информационно-коммуникационные технологии и др.	Был проверен в ручном формате

Источник: Международная патентная классификация

Наибольшее количество патентных семей относится к разделам А и С. В классификационных группах A01, A23, A61, C07, C12 содержалось основное множество патентных семей. В группы G06 и G16 вошло небольшое количество патентных семей, которые были вручную проверены на релевантность для технологий

скотоводства и отнесены к соответствующим технологическим группам.

После очистки базы данных патентные семьи были разделены на четыре укрупненные технологические группы:

- 1) биотехнологии;
- 2) ветеринария;
- 3) кормопроизводство;
- 4) «умная ферма».

Для этого использовались наборы ключевых слов (Приложение 4), по которым была произведена компьютерная группировка патентных семей. Поиск для выделения технологических групп осуществлялся в разделах: заголовок и краткое содержание. В случае если патентная семья относилась к нескольким технологиям, включение ее в конкретную группу проводилось после отдельного анализа. Итоговый размер выборки составил *813 патентных семей и 2611 патентов*.

4.2. Динамика патентования

Динамика патентования рассматривалась в трех «пятилетках» внутри периода 2006–2020 гг. Сравнение четырех укрупненных технологических групп (рис. 4.1) показало, что в первом периоде (2006–2010 гг.) наибольшую долю составили патентные семьи с технологиями в области ветеринарии (45%). Во втором и третьем периодах доля патентных семей в области ветеринарии сократилась до 39% и 31% соответственно, что связано с увеличением в мире разработок технологий «умной фермы». Их доля среди всех технологий молочного и мясного скотоводства возросла с 23% в 2006–2010 гг. до 41% в 2016–2020 гг. В частности, быстро росло число патентов по системам мониторинга для скотоводства. Повышение скорости обработки данных с применением систем искусственного интеллекта и появление облачных хранилищ вызвали сдвиг патентной активности в области скотоводства в сторону «умных» устройств. На рынке появились современные высококачественные системы видеофиксации, которые используются в отрасли скотоводства для мониторинга

здоровья и идентификации животных.росло и число патентов в области автоматизации и роботизации.

Доля биотехнологий в структуре патентных семей по технологическим группам мясного и молочного скотоводства за рассматриваемые периоды уменьшилась с 17% до 13%, а по технологиям кормопроизводства осталась неизменной, составляя 15%.

Более детальный анализ проводился для патентов по технологиям внутри каждой из четырех укрупненных групп. Технологическая группа *биотехнологий* была разделена на следующие направления: геномная селекция, репродуктивные технологии (создание эмбрионов и трансплантация эмбрионов, технологии сортировки, хранения и сексирования семени, методы искусственного осеменения и повышения фертильности коров) и генная инженерия (Приложение 5, рис. 1). Был выявлен стабильный рост доли патентных семей в направлении репродуктивных технологий за счет развития систем сексирования, сортировки и производства семени, а также управления воспроизводством крупного рогатого скота. Одновременно наблюдалось некоторое снижение доли патентных семей по направлениям геномной селекции и генной инженерии.

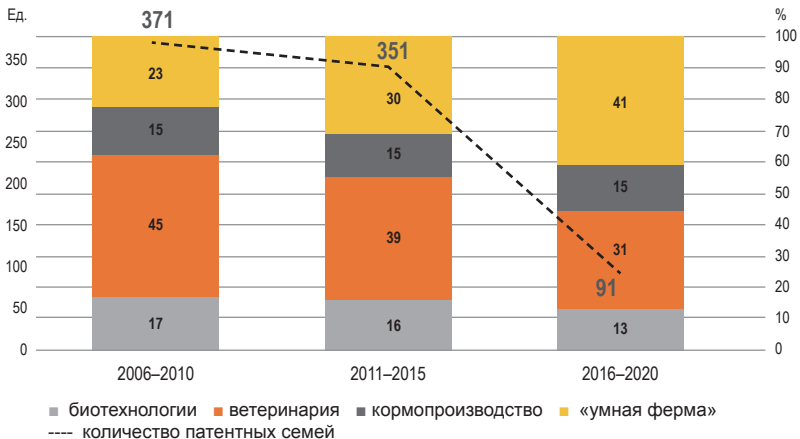


Рисунок 4.1. Изменения в структуре патентования по периодам (N = 813 патентных семей и 2611 патентов)

Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

По технологиям генной инженерии ведутся активные дискуссии о законодательном разрешении их использования, учитывая потенциально высокую востребованность, однако многие развитые страны пока делают выбор в пользу консервативной позиции и вводят новые запреты на производство генно-модифицированных кормовых культур и изменения генома животных. Например, большинство стран ЕС проголосовали за полный запрет на культивацию генно-модифицированных кормовых культур в 2015 г., когда данный вопрос стоял на повестке обсуждений в Европейской комиссии [4.9]. В соответствии с законодательством ЕС страны вправе вводить национальные ограничения на культивацию модифицированных продуктов для защиты от потенциальных рисков для здоровья человека и биологического разнообразия видов растений и животных. Консервативно настроенные страны стремятся наложить общеевропейский запрет на производство генно-модифицированных продуктов.

В *ветеринарных технологиях* были выделены патентные семьи в области создания вакцин, биотехнологических методов диагностики заболеваний скота, ветеринарных препаратов вместе с методами лечения скота, антибиотиков, гормональных препаратов и пробиотиков. За весь рассматриваемый период наиболее активно развивалось создание ветеринарных препаратов и методов лечения заболеваний крупного рогатого скота (Приложение 5, рис. 2). Схожая динамика наблюдалась в создании вакцин, что указывает на технологическую взаимосвязанность данных направлений. Можно отметить стремление фармацевтических компаний разрабатывать более универсальные ветеринарные препараты (например, ассоциативные / мультикомпонентные вакцины), которые позволяют защитить животных сразу от нескольких или быстро мутирующих вирусных инфекций.

Одновременно сокращалась разработка антибиотиков и нарастало патентование новых пробиотиков и бактериофагов, которые более безопасны.

В *кормопроизводстве* (Приложение 5, рис. 3) были выделены патенты, касающиеся рационов и композиции кормов (куда входят новые методы кормления, новые составы кормов, комбинированные корма), добавок, витаминов и биоконсервантов,

а также заменителей молока для телят. В рассматриваемый период преобладали патенты, касающиеся рационов и новых композиций кормов, средств увеличения их питательности и срока годности. Это указывает на то, что предпринимались усилия для повышения питательности кормов при уменьшении их объема.

Технологии «умной фермы» были разделены на направления автоматизации и роботизации доения, кормления, ухода за животными и обеспечения их комфорта, очистки коровников и отходов фермы и направления систем мониторинга и управления стадом крупного рогатого скота (Приложение 5, рис. 4). В первый период доминировали системы автоматизации и роботизации доения и кормления, однако с 2011 г. стала заметно возрастать доля патентных семей в области систем мониторинга и управления стадом, что связано с быстрым развитием технологий Интернета вещей, телекоммуникаций и их применения в скотоводстве.

4.3. Сравнительная патентная активность по странам мира

Распределение патентов в области технологий скотоводства по странам показало, что наибольшее их количество было получено в США, ЕС, Австралии, Канаде и Китае (рис. 4.2). В первом периоде (рис. 4.3) больше всего патентов было получено в патентных ведомствах развитых стран: США, ЕС, Австралии и Канады. Все эти страны специализировались на технологиях в области ветеринарии. Во втором и в третьем периодах произошли изменения в структуре мировой патентной активности. Относительно увеличилась патентная деятельность в России и азиатских странах – в Китае и Японии (рис. 4.4 и 4.5).

Относительный рост патентной активности в России за последний период, несмотря на научно-технологические проблемы, объясняется увеличением роли скотоводства и агротехнологий в государственных приоритетах экономического развития страны¹. В Японии рост патентования связан со стремлением к большей его

¹ Подробнее см. п. 2.4.

интенсификации и увеличению производительности вследствие дефицита земельных, кормовых и прочих ресурсов в стране и быстрорастущего спроса в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

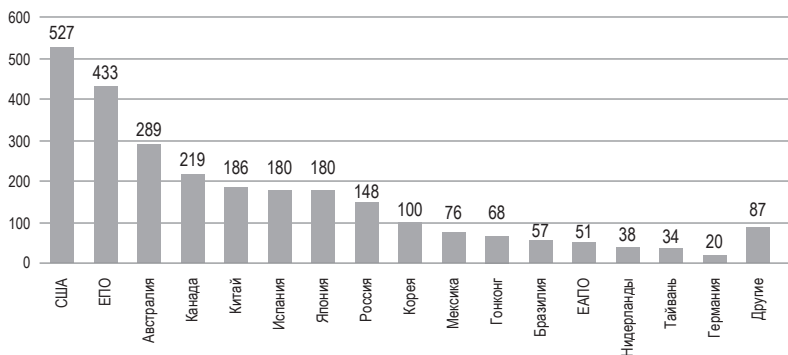


Рисунок 4.2. Патентная активность в странах в 2006–2020 гг. (N = 2611 патентов)

Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

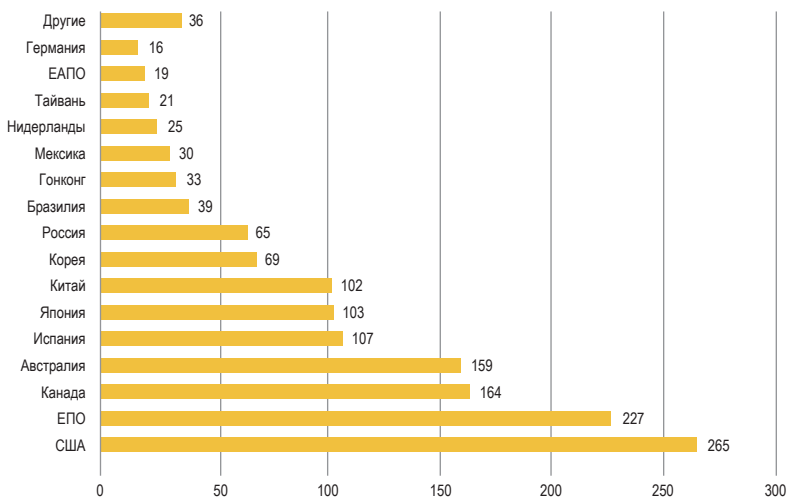


Рисунок 4.3. Патентная активность в странах в 2006–2010 гг. (N = 1440 патентов)

Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

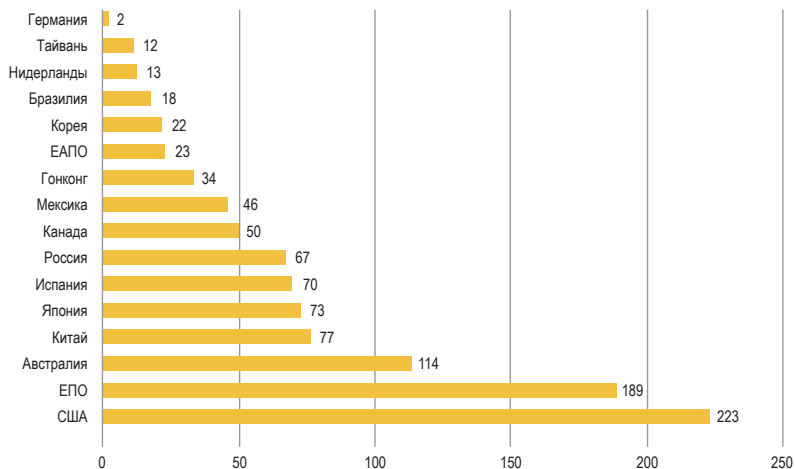


Рисунок 4.4. Патентная активность в странах в 2011–2015 гг. ($N = 1020$ патентов)

Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

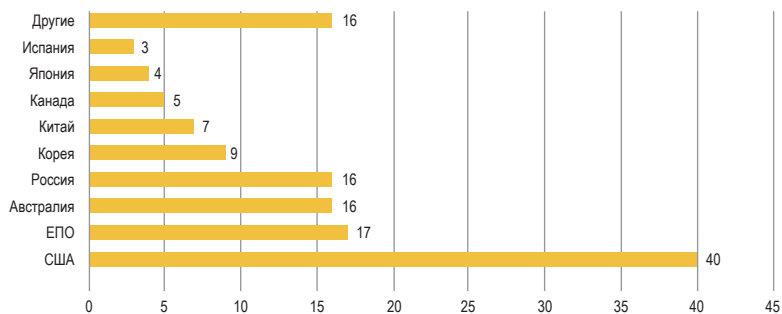


Рисунок 4.5. Патентная активность в странах в 2016–2020 гг. ($N = 132$ патента)

Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

4.4. Организации – лидеры патентования

Анализ компаний, получивших наибольшее число патентов, показал, что лидируют компании из Германии, Франции, США, Нидерландов и Швеции (табл. 4.3).

Таблица 4.3. Компании, запатентовавшие наибольшее число изобретений в области технологий скотоводства за период 2006–2020 гг.

Название компании	Количество патентов	Страна базирования
<i>Boehringer Ingelheim Animal</i> (вкл. <i>Merial Inc.</i> ¹)	173	Франция / Германия
<i>Intervet Inc.</i>	85	США
<i>Lely Patent NV</i>	71	Нидерланды
<i>DeLaval Holding AB</i>	69	Швеция
<i>DSM IP Assets BV</i>	66	Нидерланды
<i>Gilead Sciences Inc.</i>	66	США
<i>Pfizer</i>	66	США
<i>Zoetis Services LLC</i>	60	США
<i>Technologies Holdings Corp.</i>	45	США
<i>Eli Lilly & Co.</i>	36	США
<i>Bayer Animal Health GmbH</i>	31	Германия

Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

Лидером за исследуемый период стала крупная немецкая транснациональная компания *Boehringer Ingelheim Animal*, в 2017 г. поглотившая известную французскую фармакологическую компанию *Merial*, вместе с которой за указанный период было получено 173 патента на ветеринарные препараты, методы создания ветеринарных вакцин и готовых решений для улучшения здоровья, качества жизни и продуктивности животных.

Весомую долю патентов в области ветеринарии имеет американская компания *Intervet Inc.*, которая входит в крупнейшую

¹ Независимо существовала до 2017 г.

фармацевтическую транснациональную корпорацию *Merck & Co.* Компания начала свою историю в Германии, но впоследствии перебазировалась в США, где сосредоточен основной рынок сбыта продукции.

Ключевой компанией, занимающейся разработками в области «умной фермы», является *Lely Patent NV* – датская компания, базирующаяся в Нидерландах. *Lely* – это транснациональная корпорация, работающая в сельскохозяйственном секторе и специализирующаяся на производстве автоматических доильных аппаратов.

Delaval Holding AB – шведская компания, являющаяся одним из ведущих производителей оборудования для автоматизации процессов доения, кормораздачи и других технологических процессов роботизации молочных ферм. Она входит в группу *Tetra Laval*.

DSM IP Assets BV является ведущей нидерландской многонациональной корпорацией, специализирующейся в области здравоохранения, пищевой промышленности и производства кормов.

Gilead Sciences Inc. – американская биофармацевтическая компания со штаб-квартирой в Калифорнии, которая специализируется на исследованиях в сфере биотехнологий и разработки противовирусных препаратов.

Pfizer – американская фармацевтическая транснациональная корпорация, одна из крупнейших в мире. Одно из ее подразделений занимается производством препаратов, диагностических наборов, оборудования для использования в ветеринарии.

Помимо компаний в списке основных патентодержателей есть и Колледж ветеринарной медицины Университета штата Вашингтон, который специализируется на биотехнологиях. Колледж является одним из лучших ветеринарных и биомедицинских научных учреждений США.

Более подробно ключевые патентообладатели в каждой из четырех технологических групп в области скотоводства представлены в Приложении 6.

* * *

Таким образом, в настоящее время наиболее быстрыми темпами растет патентование технологий «умной фермы», что связано с общим развитием информационно-коммуникационных

технологий. Доля ветеринарных патентов постепенно уменьшается, что связано с постепенной сменой базовых технологий в этой области, а именно переходом к разработке универсальных вакцин, сокращением разработок антибиотиков и гормональных препаратов. Стабильным остается развитие технологий кормопроизводства за счет создания новых пищевых добавок, рационов и методов кормления, биоконсервантов и т.д. Биотехнологии развиваются в основном за счет технологий геномной селекции и репродуктивных технологий. Основными странами, создающими технологии в сфере скотоводства, являются США, страны ЕС, Австралия, Канада и Китай. Основными патентодержателями выступают крупные компании из этих стран.

4.5. Патентная активность в России

Анализ патентной активности в России был проведен отдельно для российских и иностранных заявителей. За рассматриваемый период было выдано 148 российских патентов, имеющих не только национальное значение. Примечательно, что 96% таких патентов (142) принадлежат иностранным организациям, которые приняли решение запатентовать свои разработки наряду с другими странами и в России.

подавляющее число патентов, полученных российскими заявителями, действует только в России. Было принято решение провести анализ всех таких патентов ($N = 1104$), поскольку число патентов, полученных российскими заявителями, которые имеют не только национальное значение, ничтожно мало.

Распределение иностранных патентов по укрупненным технологическим группам (рис. 4.6) показало постепенное снижение доли патентов в области ветеринарии при существенном увеличении в третий период патентования в сфере «умной фермы», что вполне соответствует мировым тенденциям. Рост иностранных патентообладателей в области технологий «умной фермы» составил 19% (с 21% в первом периоде до 40% в третьем периоде). В сфере биотехнологий иностранные организации за последний период практически перестали подавать заявки на выдачу патен-

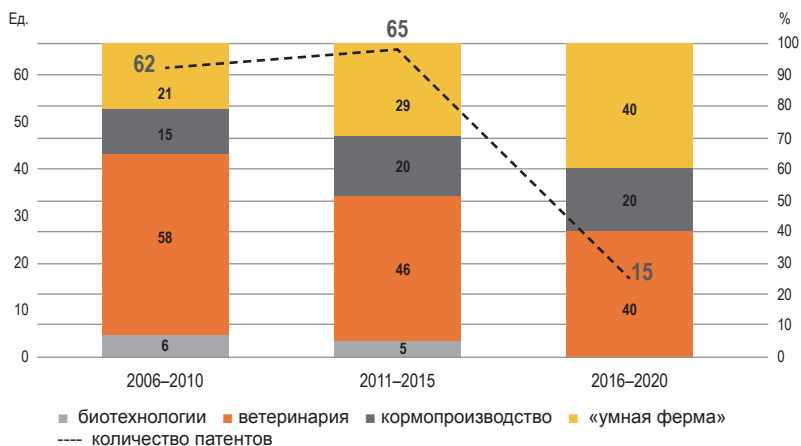


Рисунок 4.6. Изменения в структуре выдачи патентов иностранным организациям по периодам в России ($N = 142$ патента)

Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

тов в России, что, возможно, связано с низкой для них привлекательностью российского рынка, слабой конкуренцией со стороны российских организаций в данной сфере и высокой зависимостью российского скотоводства от прямого импорта биотехнологий из зарубежных стран.

Для отечественных разработок характерна иная динамика. Преобладали патенты в области ветеринарии (рис. 4.7), что связано с сильными компетенциями и историческими традициями патентования в данной сфере. Очень скромным и снижающимся было число патентов по технологиям «умной фермы». Это можно объяснить низким уровнем технологического развития российских систем автоматизации фермы, хотя сами такие технологии высоко востребованы среди агрохолдингов, что подтверждается ростом доли патентов иностранных компаний в сфере автоматизации в структуре выдачи патентов иностранным организациям в России. Российские компании демонстрировали некоторый рост доли патентов в области кормопроизводства, где еще с советских времен существуют довольно сильные научные заделы.

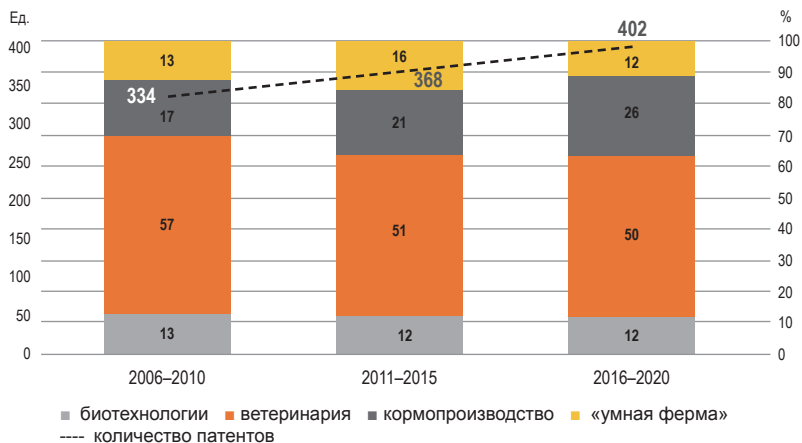


Рисунок 4.7. Изменения в структуре выдачи патентов национальным организациям по периодам в России ($N = 1104$ патента)

Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

Детальная динамика патентования *российскими национальными заявителями* разработок по различным направлениям технологий внутри четырех крупных технологических групп представлена в Приложении 7. В группе *биотехнологий* прослеживается увеличение патентования технологий геномной селекции (несмотря на ограниченность ее применения в России) и трансплантации эмбрионов (Приложение 7, рис. 1), что указывает на растущую ориентированность российского скотоводства на получение более производительных животных и ожидания в ближайшем будущем более широкого применения данных технологий в отрасли. Стабильным остается количество получаемых патентов в направлении искусственного осеменения и методов увеличения фертильности крупного рогатого скота. Вследствие отсутствия спроса на генно-модифицированных животных технологии генной инженерии в данном направлении не развиваются.

В технологической группе, связанной с *ветеринарией* (Приложение 7, рис. 2), наблюдается рост патентования ветеринарных препаратов и методов лечения крупного рогатого скота. Стабильно развиваются также технологии создания вакцин для профи-

лактики заболеваний и методы диагностики болезней, в том числе молекулярной. Патентование по тематике антибиотиков для крупного рогатого скота, пробиотиков и бактериофагов, а также гормонов отстает от традиционно сильных в России направлений.

В *кормопроизводстве* (Приложение 7, рис. 3) за весь рассматриваемый период (2006–2019 гг.) прослеживается рост патентования рационов (и методов кормления), новых композиций кормов, а также добавок, витаминов и биоконсервантов. Вместе с тем слабо развиваются технологии создания отечественных заменителей молока.

В области *технологий «умной фермы»* (Приложение 7, рис. 4) российские разработчики больше всего патентовали технологии систем доения и кормления с разной степенью автоматизации и роботизации процессов, а также систем ухода за животными и их комфорта (роботизированные чесалки, автоматизированные системы контроля комфортной температуры и влажности коровников и т.д.). В отличие от мировых тенденций, в России нет существенного роста национальных патентов по системам управления стадом и его мониторинга ввиду длительного срока окупаемости данных технологий и связанного с ним инвестиционного риска, слабого спроса на местном рынке, а также высокой степени конкуренции со стороны зарубежных производителей.

Анализ патентов в разрезе типов российских организаций показал, что их основная доля сконцентрирована в государственных многопрофильных научно-исследовательских центрах (НИИ) и в государственных аграрных вузах (табл. 4.4), в отличие от стран – мировых лидеров, где основными патентообладателями являются крупные и мелкие коммерческие компании.

Крупнейшими российскими патентообладателями являются ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, Кубанский государственный аграрный университет и Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии. На них приходится почти 63% патентов среди организаций-лидеров (перечисленных в табл. 4.5) и 15% всех российских патентов в области технологий скотоводства.

Таким образом, согласно патентной статистике, в России технологическое развитие отличается от мировых тенденций и ха-

Таблица 4.4. Российские организации, владеющие наибольшим числом патентов в области технологий скотоводства (2006-2020 гг.)

Название организации	Количество патентов
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста» (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста)	68
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» (ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ)	58
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии» (ФГБНУ ВНИВИПФиТ)	40
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН)	35
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина» (ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ)	18
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Курский федеральный аграрный научный центр» (ФГБНУ Курский ФАНЦ)	17
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук» (ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН)	14
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ ВНИИЗЖ)	14

Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

характеризуется недостаточным патентованием в области перспективных технологий (биотехнологий и технологий «умной фермы»). При этом компании слабо вовлечены в процессы патентования, и основными владельцами технологий выступают государственные НИИ и университеты. Многие изобретения имеют региональное значение, поэтому патентуются исключительно в России.

Заключение.

Потенциал развития технологий скотоводства в России

Научные заделы

В России большинство технологий в области скотоводства импортируется из зарубежных стран-лидеров, а отечественные решения создаются преимущественно на базе заимствованных технологий. Основные разработчики технологий – государственные профильные НИИ. В отличие от зарубежных стран, компании малоактивны в этой области. Создаваемые решения не всегда попадают на рынок и часто по качеству уступают иностранным разработкам. Тем не менее есть ряд научно-технологических заделов, которые могут лечь в основу развития собственных технологий. Такие заделы, классифицированные по четырем основным технологическим направлениям, суммированы в табл. 5.1.

Наибольшие заделы созданы в ветеринарии и кормопроизводстве, поскольку данные направления успешно развивались еще в СССР. В настоящее время в ветеринарии разрабатываются и производятся отечественные вакцины от многих инфекционных заболеваний крупного рогатого скота (ротавирусных, коронавирусных инфекций, диареи и т.д.). Научные заделы по этому направлению сформированы преимущественно в государственных НИИ (крупнейшие из них – Федеральный центр охраны здоровья животных (ФГБУ ВНИИЗЖ), Научно-исследовательский институт диагностики и профилактики болезней человека и животных (АНО НИИ ДПБ), Федеральный центр токсикологической и радиационной безопасности животных (ФГБНУ ФЦТРБ-ВНИВИ)).

Появились также запатентованные разработки лекарств для лечения заболеваний крупного рогатого скота (кераконъюктивита, эндокринных заболеваний и т.д.), а также пробиотиков для скота,

профилактики эндометрита и других заболеваний. Этим также занимаются преимущественно государственные НИИ (Нижегородский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени академика И.Н. Блохиной (ФБУН ННИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной Роспотребнадзора), Кубанский государственный технологический университет (ФГБОУ ВО КубГТУ). Кроме того, НИОКР в области создания бактериофагов проводит НПЦ «Микромир».

Таблица 5.1. Научные заделы России по четырем группам технологий скотоводства

Группа технологий	Области, где есть научные заделы	Описание заделов (патенты / организации)
Биотехнологии	Репродуктивные технологии	Патенты методов искусственного осеменения, методов хранения семени, улучшения фертильности коров Организации: ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста
	Генетические технологии	Патенты методов генотипирования; выявления генов, отвечающих за различные фенотипы, в целях селекции крупного рогатого скота Организации: ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН, ИОГен РАН, ФГБНУ Курский НИИ АПП
Ветеринария	Вакцины	Патенты разработок вакцин от инфекционных заболеваний крупного рогатого скота Организации: ФГБУ ВНИИЗЖ, ФГБНУ ФЦТРБ-ВНИВИ и др.
	Пробиотики и бактериофаги	Патенты на разработки пробиотиков для скотоводства в целях улучшения кишечной микрофлоры крупного рогатого скота, профилактики эндометрита и др. заболеваний Организации: ФБУН ННИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной, ФГБОУ ВО КубГТУ, НПЦ «Микромир»

Кормопроизводство	Комбикорма Витамины и добавки Рационы и методы питания	Патенты на составы комбикормов, разработки пищевых добавок и витаминов для крупного рогатого скота; патенты на разработки составов, методов и рационов питания Организации: ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ
«Умная ферма»	Манипуляторы доения и другое оборудование Способы и устройства идентификации коров	Патенты на приспособления для автоматической дойки молочного скота, в том числе портативные Организации: ФГБНУ ФНАЦ ВИМ Патенты на устройства для распознавания номеров животных, определения их местоположения и направления их в требуемое место нахождения Организации: ОАО «Авангард», ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

Источник: составлено авторами

В области кормопроизводства есть патенты на разработки отечественных комбикормов, рационов и методов кормления, добавок и витаминов, которые принадлежат государственным НИИ и университетам (можно упомянуть Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН), Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ), Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина (ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ) и др.).

В области репродуктивных биотехнологий есть ряд разработок, однако здесь позиции России слабее, чем по ветеринарии и кормопроизводству. Разработки в области методов искусственного осеменения, методов хранения семени, улучшения фертильности коров, трансплантации эмбрионов были сделаны в Федеральном исследовательском центре животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста), Федеральном научном центре биологических

систем и агротехнологий Российской академии наук (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН) (создан на основе ВНИИ мясного скотоводства), Институте общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук (ИОГен РАН), Курском научно-исследовательском институте агропромышленного производства (ФГБНУ Курский НИИ АПП) и в ряде других государственных НИИ. В области генетических биотехнологий (методов генотипирования, выявления генов, отвечающих за различные фенотипы, в целях селекции крупного рогатого скота) имеющиеся патенты принадлежат Всероссийскому научно-исследовательскому институту генетики и разведения сельскохозяйственных животных (ВНИИГРЖ), Федеральному исследовательскому центру животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста) и другим государственным НИИ.

В группе технологических направлений, объединенных в «умной ферме», заделы фрагментарные. Они касаются в основном систем идентификации скота. Здесь наряду с государственным сектором науки разработками занимаются и частные компании (например, ОАО «Авангард»).

Актуальные направления развития

Для России возможна реализация двух подходов – опора на имеющиеся заделы и разработка направлений, имеющих стратегическое значение для российского скотоводства и снижающих импортозависимость отрасли.

В области ветеринарии перспективно направление работ, связанное с адаптацией вакцин для борьбы с местными штаммами вирусов. В настоящее время большая часть вакцин для профилактики различных инфекционных заболеваний крупного рогатого скота импортируется. В случае разработки отечественных вакцин данной направленности их эффект будет выше в связи с учетом местных условий.

При все более возрастающей сложности применения антибиотиков в скотоводстве для лечения и профилактики заболеваний большие перспективы развития получает разработка отечествен-

ных пробиотиков, а также бактериофагов, где есть научный потенциал.

Кормовая база и правильно выбранный рацион кормления, а также качественные комбикорма являются одним из главных факторов увеличения производительности как мясного, так и молочного крупного рогатого скота. Кроме того, самообеспечение страны качественными кормовыми ресурсами является основой для продовольственной безопасности и имеет стратегическое значение для государства. Поэтому кормопроизводство необходимо развивать, опираясь на уже созданные заделы.

В области генетики, где есть серьезное отставание, важны направления, касающиеся получения генетического материала высокопроизводительных специализированных пород крупного рогатого скота. Отечественную генетику целесообразно развивать путем скрещивания импортируемых пород с историческими российскими породами и их адаптации к российским условиям. Местные породы, выведенные в советский период, по большей части были универсальными и не отличались высокой производительностью. При их селекции главным приоритетом была не максимальная производительность, а адаптация к российским природно-климатическим условиям и местным условиям содержания. В результате не появилось отечественных высокопроизводительных пород, что привело к сильной импортозависимости в области генетики крупного рогатого скота. Импортируются как генетический материал, так и сами животные, которые плохо адаптируются к российским условиям. Это отрицательно сказывается на их здоровье и производительности.

В биотехнологиях приоритетным является развитие геномной селекции, которое должно опираться на общенациональную систему идентификации скота. В свою очередь, это позволит получать качественный отечественный генетический материал, а также разработать отечественный индекс племенной ценности крупного рогатого скота. Без идентификации скота невозможно создать большую референтную популяцию для геномной селекции. Точность последней зависит от величины референтной популяции. Чем она больше, тем точнее геномная селекция и тем

быстрее происходит улучшение генетики животных. Наконец, индекс племенной ценности (селекционный индекс) – это выражение в одном расчетном показателе суммы хозяйственно полезных и экономически значимых признаков, которые помогают фермерам при селекционной работе.

В области технологий «умной фермы» пока имеется высокая импортозависимость, несмотря на существование некоторых отечественных научных заделов и разработок. Существующие российские разработки в сфере автоматизации хозяйственной деятельности фермы (*ERP*-системы), систем управления стадом и его мониторинга по большей части не отличаются инновационностью. Это более доступные и часто менее качественные аналоги зарубежных технологий. Вместе с тем есть заделы в области информационных технологий, используемых для «умной фермы» (включая некоторые направления в области искусственного интеллекта и Интернета вещей). Однако в сфере скотоводства есть потребность в создании качественных и недорогих решений. Как актуальные для разработки можно выделить технологии, обеспечивающие роботизацию производственных процессов на фермах (доильные роботы, роботизированные «умные» системы кормления), где пока особенно сильна импортозависимость.

Барьеры

Для реализации имеющегося потенциала необходимо преодолеть ряд научных, технологических и институциональных барьеров. В систематическом виде они представлены в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Типология барьеров разработки технологий в России

Барьеры развития	Описание
Научные барьеры	
Биотехнологии: вероятность мутаций в нецелевом участке генома при геномном редактировании	Нецелевые мутации представляют собой экологические угрозы и задерживают внедрение данных технологий.

Биотехнологии: более низкая оплодотворяемость при применении сексированного семени по сравнению с обычным	Применение сексированного семени снижает уровень оплодотворяемости коров до 80–85% по сравнению с обычным семенем из-за применения флюоресцентного красителя, а также облучения.
Биотехнологии: более низкая приживаемость клонированных эмбрионов	Проблема более низкой приживаемости клонированных эмбрионов по сравнению с обычными усложняет их применение.
Ветеринария: сложности получения новых антибиотиков	Увеличивающаяся резистентность бактерий к антибиотикам приводит к нейтрализации их эффекта..
Кормопроизводство: потери питательных веществ при биохимических процессах в кормах	Не решена задача снижения потерь питательных веществ при биохимических процессах, протекающих в silage или сенажируемой массе.
Кормопроизводство: большая энергозатратность создания комбикормов с деградацией полезных компонентов	Применение практически всех методов обработки растительного сырья сегодня требует высоких температур, что делает их энергозатратными, приводит к частичной деградации биологически активных компонентов, в то время как превращение целлюлозы в сахараиды – легко перевариваемые углеводы – происходит не полностью
«Умная ферма»: научные барьеры не являются специфичными для области скотоводства.	–

Технологические барьеры

Отсутствие системы идентификации крупного рогатого скота	Нет государственной инициативы по идентификации крупного рогатого скота на территории РФ, и вследствие этого невозможно создать референтную популяцию и использовать геномную селекцию.
Разрозненное программное обеспечение и решения на разных платформах	Не создана единая платформа для отечественного программного обеспечения.
Неравномерное развитие телекоммуникационных сетей и Интернета по всей территории страны	Недостаточное покрытие Интернетом глубинных сельских территорий

Недостаточность и недостоверность вводимых данных (сбор «больших данных»), что усложняет использование искусственного интеллекта для их обработки	Нет системы контроля достоверности данных, требований к введению данных. Существуют недоработки в системах обеспечения безопасности данных от несанкционированного доступа.
---	--

Институциональные барьеры

Сложная процедура регистрации биопрепаратов	Новые биопрепараты долго регистрируются, что дестимулирует их разработку и внедрение.
Ограничения и запреты применения геномных технологий (геномного редактирования, клонирования, геной инженерии) в коммерческих целях в скотоводстве	Геномные технологии медленно внедряются в скотоводство.
Слабые экологические требования / стимулы для развития чистых технологий	Нет жестких экологических требований и ограничений на применение наиболее опасных веществ (минеральных удобрений, антибиотиков, гормональных препаратов) для стимулирования разработки и внедрения более чистых и безопасных технологий.
Недостаточная поддержка малых и средних хозяйств	Нет действенной системы льгот и субсидий для внедрения инновационных технологий, что задерживает и их разработку.

Источник: составлено авторами

Научные барьеры особенно существенны в области биотехнологий (табл. 5.2). Их преодоление может усложняться тем, что в России недостаточный научный потенциал в этих направлениях исследований. Кроме того, есть ряд специфических научных проблем:

- в генетических технологиях при редактировании геномов всеми существующими на сегодняшний день методами есть вероятность мутаций в нецелевом участке генома, что вызывает экологические риски и препятствует широкому применению данных технологий;
- в репродуктивных технологиях есть проблема более низкой способности к оплодотворению у сексированного семени

по сравнению с обычным и более слабой приживаемости клонированных эмбрионов, что обуславливает высокую стоимость применения данных технологий.

В ветеринарных технологиях остро стоит задача разработки новых антибиотиков для лечения крупного рогатого скота из-за увеличивающейся резистентности патогенов к действующим лекарствам. Проблема состоит в нахождении новых источников для разработки антибиотиков.

В кормопроизводстве необходимо решить проблемы энергозатратности создания кормов и деградации питательных веществ в них.

Технологические барьеры есть в области селекции (геномной селекции). Они связаны с недостоверностью вводимых фермерами данных по крупному рогатому скоту, отсутствием идентификации животных и потому невозможностью сформировать референтную популяцию для селекции и внедрения продвинутой системы оценки *ssGBLUP*.

В области информационных технологий для «умной фермы» технологическим барьером является отсутствие единой платформы для разработки программ и решений вследствие создания российскими разработчиками разрозненных, локальных программных продуктов (на разных платформах), которые предназначены для различных специфических бизнес-процессов. Хозяйства сталкиваются с трудностями при адаптации этих решений к своим потребностям и их интеграции между собой. Недостает квалифицированных интеграторов, умеющих правильно оформить готовый продукт / решение «под ключ». В стране есть ряд компаний-интеграторов, однако их вовлеченность в рынок пока недостаточна.

Для развития и внедрения технологий «умной фермы» необходима стабильная телекоммуникационная связь. Ее сеть неравномерно развита на всей территории страны, что снижает возможности внедрения технологий «умной фермы» в глубинных областях РФ, сильно уменьшает рынок, а разработки становятся экономически невыгодными. Особенно проблемным является подключение к Интернету ферм, расположенных далеко от населенных пунктов. Существующие системы локальной связи

LPWAN (Low-Power Wide-Area Network), в том числе российского производства, остаются недоступными многим мелким и средним хозяйствам по причине высокой стоимости.

Для полноценного развития систем анализа больших данных собираемые сведения должны быть высокого качества и достоверности. В России пока недостаточно накопленных информационных ресурсов по скотоводству в большинстве российских ферм, и нет системы верификации собираемой информации. Кроме того, существенным барьером для сбора и анализа больших данных являются субъективные и объективные риски, связанные с несанкционированным использованием компьютерных баз данных. Вместе с облачными технологиями должны развиваться и технологии обеспечения их безопасности.

Институциональные барьеры касаются несовершенства системы регулирования.

В области биотехнологий проблемой является отсутствие государственной программы идентификации крупного рогатого скота, что не позволяет сформировать большую референтную популяцию. Это усложняет использование технологий геномной селекции, а также создание национального индекса племенной ценности крупного рогатого скота. Вторая проблемная область – это запрет на промышленное использование генетически модифицированных животных, что дестимулирует проведение исследований и разработок по данному направлению.

Применительно к ветеринарии в законодательстве не прописана процедура регистрации аутогенных вакцин против инфекционных заболеваний животных, что делает невозможным их использование. В то же время отсутствие реально действующих запретов на применение антибиотиков в животноводстве и должного контроля приводит к неконтролируемому их использованию фермерами, что помимо риска серьезных последствий для здоровья населения является также дестимулирующим фактором для создания альтернатив антибиотикам, в частности пробиотиков и бактериофагов для крупного рогатого скота. Наконец, сдерживающим фактором является сложная и дорогая процедура регистрации биопрепаратов. Кроме того, нет региональных лабораторий, осуществляющих проверку бактериальных препаратов на качество.

В области кормопроизводства слабое развитие отечественных экологически чистых удобрений связано с недостаточностью законодательных стимулов. В отличие от стран ЕС, в России нет жестких экологических требований и соответствующей фискальной политики, ограничивающих применение химических веществ и стимулирующих переход на более экологически чистые технологии.

Для технологий «умной фермы» недостаточны нормативно-правовые условия, касающиеся охраны окружающей среды и необходимости полного отслеживания цепочки производства и переработки продуктов питания («от поля до магазина»). Соответственно, мало стимулов для использования информационных технологий в области скотоводства. Кроме того, отсутствие системы контроля достоверности сведений и требований к введению электронных данных приводит к проблемам в части цифровизации скотоводства.

Таким образом, в России научная база есть в области создания вакцин, витаминов и пробиотиков в ветеринарии и в части технологий консервирования кормов, создания комбикормов в кормопроизводстве.

Критически важными для обеспечения импортнезависимости и продовольственной безопасности страны являются такие направления, как геномная селекция и репродуктивные технологии (искусственное осеменение, трансплантация эмбрионов), которые улучшат генетический потенциал отечественного крупного рогатого скота и увеличат его продуктивность и продолжительность хозяйственного использования, что создаст условия для разработки российского индекса племенной ценности. В этих областях научные заделы недостаточны, и требуется проведение политики по привлечению кадров из-за рубежа и созданию международных научных коллабораций.

Наконец, в области «умной фермы», несмотря на развитие исследований в области машинного обучения, компьютерного зрения, сенсорики, систем связи и Интернета вещей, нужны трансдисциплинарные исследования, объединяющие специалистов в области информационных технологий и скотоводства.

Приложение 1.

Российские организации – разработчики технологий

1. Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста

Основные направления научно-исследовательской деятельности Института:

- проведение исследований по разведению и генетике животных;
- биотехнологии и воспроизведение животных (совершенствование технологии искусственного осеменения животных и трансплантации эмбрионов, биотехнологические методы воспроизведения и генетического совершенствования животных);
- технологии и производственные системы в скотоводстве;
- приготовление кормов и кормление животных;
- повышение качества и сертификация продукции скотоводства;
- изучение экологических проблем скотоводства.

В Институте были разработаны способы генотипирования крупного рогатого скота по разным генетическим маркерам, способы формирования племенного молочного стада крупного рогатого скота с использованием генетических факторов, способы диагностики полиморфизма различных генов, которые используются как в геномной селекции, так и в ветеринарии (диагностике заболеваний), способы искусственного осеменения и др.

С мая 2020 г. ВИЖ стал правопремником другого крупного российского разработчика технологий в скотоводстве – *федерального государственного бюджетного научного учреждения «Центр экспериментальной эмбриологии и репродуктивных биотехнологий» (ФГБНУ ЦЭЭРБ)* – в результате его реорганизации¹. До 2020 г. ФГБНУ ЦЭЭРБ разрабатывало способы генотипирования крупного рогатого скота, а также различные

¹ URL: <https://spark-interfax.ru> (дата обращения: 01.11.2021).

устройства для сбора эмбрионов, способы лечения нарушений репродуктивности животных.

2. Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана

Один из старейших ветеринарных институтов России, проводящий исследования и разработки в сфере ветеринарии¹. Там были разработаны препараты и способы комплексного лечения и стимуляции роста животных, способы оценки стрессоустойчивости коров и другие технологии.

3. Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук²

Исследования и разработки Института относятся к сфере разведения и воспроизводства мясных пород крупного рогатого скота. В частности, важное место занимают исследования по генетике, а также режима и способов кормления мясного крупного рогатого скота в России³.

4. Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела

Организация, подведомственная Министерству сельского хозяйства РФ, которая отвечает за разработку нормативной документации для ведения племенной работы, а также готовит сводные данные и проводит анализ численности и продуктивности племенных животных по результатам бонитировки (по породам, категориям хозяйств и регионам). Ежегодно ВНИИплем публикует ежегодники по отраслям животноводства с такой информацией⁴.

¹ КГАВМ: официальный сайт. – URL: https://kazanveterinary.ru/science_innovation (дата обращения: 01.11.2021). – Текст: электронный.

² До 2015 г. – Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства (ФГБНУ ВНИИМС).

³ ФНЦ БСТ РАН: официальный сайт. – URL: <http://fncbst.ru> (дата обращения: 01.11.2021). – Текст: электронный.

⁴ ВНИИплем: официальный сайт. URL: <https://www.vniiplm.com> (дата обращения: 01.11.2021). – Текст: электронный.

Приложение 2.

Крупнейшие российские компании – пользователи технологий

ГК «ЭкоНива»

Приоритетным направлением в работе компании является молочное производство. Холдинг «ЭкоНива-АПК», которым владеет немецкая компания *Ekosem-Agrar*, относится к числу крупнейших производителей молока в России и Европе¹. Общее поголовье крупного рогатого скота составляет около 191 тыс., из которых 104 тыс. – фуражные коровы². Ведущей молочной породой холдинга является голштинская³ (6,2 тыс. голов). Племязаводы «ЭкоНивы-АПК» занимаются племенной работой по разведению скота (коров симментальской, буро-швицкой, черно-пестрой голштинской и красно-пестрой голштинской пород). Компания создает корма для коров на собственных полях в 13 регионах страны.

Агрокомплекс им. Н.И. Ткачева

Агрокомплекс им. Н.И. Ткачева является вторым в России по объемам производимого молока и самым крупным игроком в области племенного животноводства. Холдинг объединяет более 40 предприятий разных профилей: рисоводство, молочное и мясное скотоводство, растениеводство, свиноводство и птицеводство, перерабатывающая промышленность и торговля⁴.

¹ О компании // ЭКОНИВА: официальный сайт. – URL: <https://ekoniva-ark.ru/companu> (дата обращения: 01.11.2021). – Текст: электронный.

² По данным на 1 июня 2020 г.

³ Молочное животноводство // ЭКОНИВА: официальный сайт. – URL: <https://ekoniva-ark.ru/agricultural-production/dairy-farming> (дата обращения: 01.11.2021). – Текст: электронный.

⁴ История // Агрокомплекс «Выселковский»: официальный сайт. – URL: <https://www.zao-agrokomplex.ru/agrocomplex/istoriya> (дата обращения: 01.11.2021). – Текст: электронный.

В его состав входят 28 предприятий по производству молока и выращиванию молодняка. Агрокомплекс включает 8-тысячное поголовье мясного крупного рогатого скота (абердин-ангусской породы) для производства мраморной говядины¹.

Агрохолдинг «Красный Восток»

Агрохолдинг «Красный Восток», созданный в 2003 г. в Республике Татарстан, находится на третьем месте по объемам производства молока в России. Помимо этого, он занимается растениеводством, племенной работой по крупному рогатому скоту и производством говядины. На сегодняшний день общее поголовье племенного скота агрохолдинга насчитывает около 72 тыс. голов, в том числе дойного стада 25 тыс. голов².

Мираторг

Холдинг «Мираторг» является крупнейшим производителем говядины в России. Текущий объем производства предприятия составляет 108 тыс. т в убойном весе в год³ (6,6% от всего производства говядины; доля в промышленном секторе составляет 15%). Поголовье стада холдинга – 500 тыс. голов (в том числе 225 тыс. – собственное материнское поголовье)⁴, что составляет около 2,7% от всего поголовья России⁵.

¹ Компания «Агрокомплекс» вывела на рынок новый бренд мраморной говядины // Агрокомплекс «Выселковский»: официальный сайт. – URL: <https://www.zao-agrokomplex.ru/press-center/news/7165/> (дата обращения: 01.11.2021). – Текст: электронный.

² О компании // Агрохолдинг «Красный Восток»: официальный сайт. – URL: <http://www.kvagro.ru/about.html> (дата обращения: 01.11.2021). – Текст: электронный.

³ Производство говядины // Мираторг: официальный сайт. – URL: <https://miratorg.ru/about/#proizvodstvo-govyadiny> (дата обращения: 01.11.2021). – Текст: электронный.

⁴ По данным за 2018 г.

⁵ Дятловская, Е. «Мираторг» за год построил 18 ферм КРС. – Текст: электронный // Агроинвестор. – 10.01.2018. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/companies/news/29190-miratorg-za-god-postroil-18-ferm-krs/> (дата обращения: 01.11.2021).

В 2019 г. в Мираторге был создан инновационный центр геномной селекции мясного крупного рогатого скота, предназначенный для создания национальной базы генетических ресурсов мясного крупного рогатого скота¹.

¹ «Мираторг» представил инновационный центр геномной селекции на выставке «Золотая осень». – Текст: электронный // Мираторг: пресс центр. – URL: https://miratorg.ru/press/news/miratorg-_predstavil_innovatsionnyy_tsentr_genomno/ (дата обращения: 01.11.2021).

Приложение 3. Сравнение патентных баз

Система поиска	Описание	Объем данных	Преимущества	Недостатки	Результат за 2006–2020 гг.
<i>The Lens</i>	Открытая система поиска патентов, представляемая австралийской НКО <i>Cambia</i>	Более 129 млн патентных документов (72 млн патентных семей)	<ul style="list-style-type: none"> • возможность группировки по патентным семьям; • выгрузка большого объема данных за запрос (до 50 тыс. документов); • возможность индексированного поиска; • интуитивно понятный, продвинутый интерфейс пользователя; • внутренняя визуализация результатов 	<ul style="list-style-type: none"> • в простые патентные семьи <i>The Lens</i> включает все документы с общим приоритетом; • сложные поисковые запросы не всегда выдают все релевантные патентные документы; • нужна регистрация; • дорогая платная подписка 	89 тыс. патентных документов 34 тыс. патентных семей
<i>Google Patents</i>	Открытая система поиска и индексации патентов, представляемая компанией <i>Google</i>	Более 87 млн патентных документов	<ul style="list-style-type: none"> • возможность индексированного поиска; • регистрация не нужна; • вся информация по патентному документу на одной странице 	<ul style="list-style-type: none"> • небольшая база для выгрузки (< 30) (при большой выдает ошибку); • нет группировки по патентным семьям; • небольшое количество встроенных фильтров для поиска; • слабая визуализация 	~ 136 тыс. патентных документов
<i>Cipher</i>	Закрытая система поиска и индексации патентов на основе искусственного интеллекта от британской компании <i>Aistemos Limited</i>	Более 100 млн патентных семей	<ul style="list-style-type: none"> • возможность продвинутого, индексированного поиска; • внутренняя визуализация результатов; • возможность узнать текущий статус патента; • возможность выгрузки любых разделов патентных документов 	<ul style="list-style-type: none"> • долгая регистрация с подтверждением; • специализация на секторах, нерелевантных для скотоводства 	30 тыс. патентных семей

Источник: составлено авторами

Приложение 4.

Ключевые слова для патентного анализа

Таблица 1. Ключевые слова для биотехнологий

Общие слова	insemination biomarker detection follicle genetic genome locus	prediction biotechnology marker primer select pcr phenotype	recombinant semen snp sterilisation straw trait
Общие слова с уточнением	modified bovine artificial breeding artificial selection biological markers bovine genome cattle selection chemical method composition for identifying composition for prediction detection method development of molecular	frozen semen gene marker genetic analysis genetic evaluation genetic health scores genetic profiles genetic resource genome based genomic evaluation method for rapidly detecting economical characteristics	method of determining molecular marker predictor function proteomic analysis reproduction in mammals reproductive function selection process semen diluent semen straw single nucleotide polymorphism
Наибольшее соответствие	insemination instrument artificial insemination	bovine sperm bovine follicle	frozen bovine semen genetic marker

Источник: составлено авторами

Таблица 2. Ключевые слова для технологий в области ветеринарии

Общие слова	disease medicament medicine virus drug	treatment antimicrobial bacterial ectoparasit infection immunogen	immunomodulator microorganism pathogen pestiviruses pharmaceutics
Общие слова с уточнением	diagnostic kit mycoplasma non-human mammal pestivirus infection antiviral treatment antimicrobial solution bacterial virulence flaviviridae infection immune activation immune serum	repellent scour syringe cartridge immunogenic composition infected animals infectious disease inflammatory conditions injectable composition intramammary injection leptospirosis disease microbial infection	microbiological infection parasitic infestation pathogen of cattle pharmaceutical composition pharmaceutically salt prophylaxis of ectoparasit therapeutically effective vaccine composition viral diarrhea virus viral infection veterinary agent parenteral carrier
Наибольшее соответствие	mastitis milk fever vaccinating cattle bovine herpes virus	bovine herpesvirus bovine leukemia bovine respiratory disease bovine respiratory syncytial virus	bovine viral cow's teats disease in cattle

Источник: составлено авторами

Таблица 3. Ключевые слова для технологий в области кормопроизводства

Общие слова	feed fodder	diet additive	composition feedstuff
Общие слова с уточнением	amount of meat of animal anabolic agent fattening animal fattening period additive composition lean mass	milk yield animal feed diet fed feed additive feed-use-efficiency	fermented feed feed supplement feed efficiency food additive feed composition
Наибольшее соответствие	fodder for cattle feed additive composition for	ruminant feed for ruminant	composition for ruminant

Источник: Составлено авторами

Таблица 4. Ключевые слова для технологий в области «умной фермы»

Общие слова	apparatus ear tag sensor robot	control system identification data device	monitor computer detect platform camera
Общие слова с уточнением	real-time real time unit passageway milking parlour pass position device for identification managing the dairy herd manipulation device	wirelessly communicate apparatus for cooling computer-based system water regeneration characterization system determining the weight of an animal	limiting device autonomous vehicle feed wagon apparatus for detecting automated system automated means
Наибольшее соответствие	automatically milking automatic feeding milking robot robot control	gate system reinforced ear tag cow milking automated milking parlour robotic manipulation device milking box	cooling an animal milking apparatus management of large herds device for milking robotic milking rotary milking

Источник: составлено авторами

Приложение 5.

Динамика патентования по технологическим направлениям

Патентная статистика по направлениям скотоводства

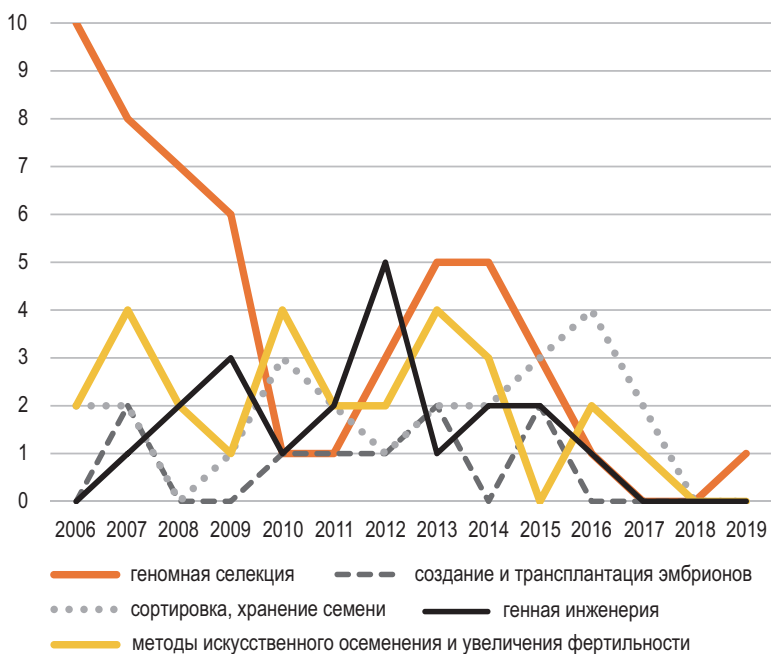


Рисунок 1. Динамика патентования по биотехнологиям в мире в 2006–2019 гг. ($N = 129$ патентных семей, 334 патента), ед. Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

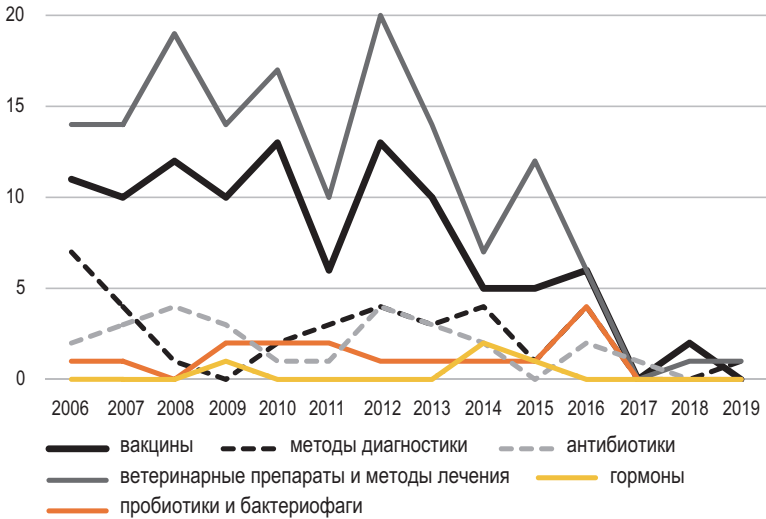


Рисунок 2. Динамика патентования по ветеринарии в мире в 2006–2019 гг. ($N = 332$ патентных семей, 1336 патентов), ед.
 Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

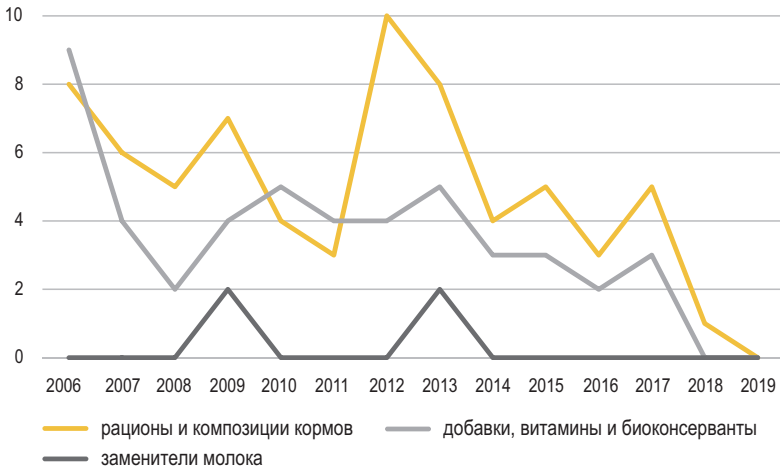


Рисунок 3. Динамика патентования по кормопроизводству в мире в 2006–2019 гг. ($N = 122$ патентных семей, 363 патента), ед.
 Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

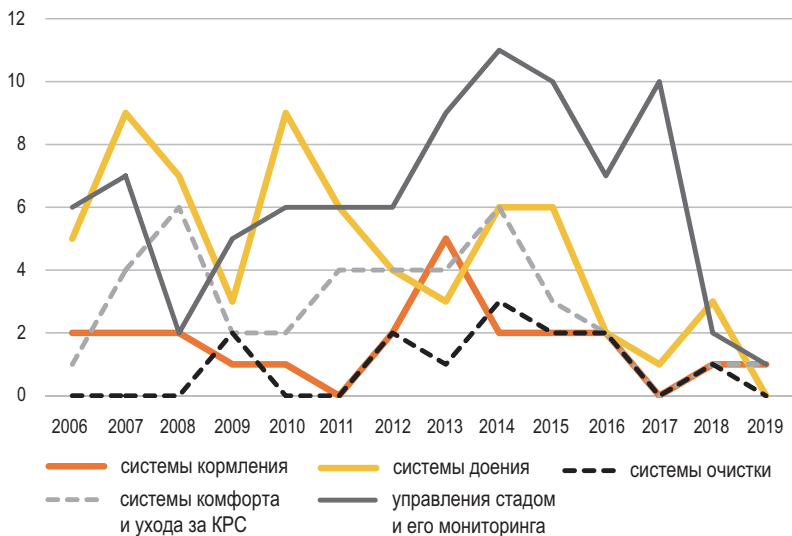


Рисунок 4. Динамика патентования по «умной ферме» в мире в 2006–2019 гг. (N = 228 патентных семей, 578 патентов), ед.
 Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

Приложение 6.

Основные организации-патентообладатели

Таблица 1. Ключевые организации-патентообладатели в области биотехнологий

Название организации	Количество патентов	Тип организации	Страна базирования
<i>University of Washington</i>	13	Университет	США
<i>Ambrx Inc.</i>	12	Компания	США
<i>University of Missouri</i>	12	Университет	США
<i>Gilead Sciences Inc.</i>	11	Компания	США
<i>Recombinetics Inc.</i>	11	Компания	США
<i>Intrexon Corp.</i>	10	Компания	США
<i>Chr. Hansen AS</i>	10	Компания	Дания
<i>Eli Lilly & Co.</i>	10	Компания	США

Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

Таблица 2. Ключевые компании-патентообладатели в области ветеринарии

Название организации	Количество патентов	Страна базирования
<i>Boehringer Ingelheim Animal</i> (вкл. <i>Merial Inc.</i>)	173	Франция / Германия
<i>Intervet Inc.</i>	85	США
<i>Pfizer</i>	62	США
<i>Zoetis Services LLC</i>	59	США
<i>Gilead Sciences Inc.</i>	55	США
<i>Bayer Animal Health GmbH</i>	30	Германия
<i>Wyeth Corp.</i>	23	США

Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

Таблица 3. Ключевые компании-патентообладатели в области кормопроизводства

Название организации	Количество патентов	Страна базирования
<i>DSM IP Assets BV</i>	49	Нидерланды
<i>Interquim SA</i>	18	Мексика
<i>Ajinomoto KK</i>	15	Япония
<i>Basf SE</i>	13	Германия
<i>Intervet Inc.</i>	13	США
<i>Ceva Santé Animale</i>	11	Франция
<i>Kimin Inc.</i>	8	Корея
<i>Nestec SA</i>	8	США

Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

Таблица 4. Ключевые компании-патентообладатели в области «умной фермы»

Название организации	Количество патентов	Страна базирования
<i>Lely Patent NV</i>	71	Нидерланды
<i>DeLaval Holding AB</i>	55	Швеция
<i>Technologies Holdings Corp.</i>	43	США
<i>Maasland NV</i>	29	Нидерланды
<i>Gea Farm Technologies GmbH</i>	22	Германия
<i>Eli Lilly & Co.</i>	12	США
<i>CSB-System AG</i>	9	Германия
<i>Falconi Engineering Cm Srl</i>	9	Италия

Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

Приложение 7.

Патентование по отдельным технологиям скотоводства в России

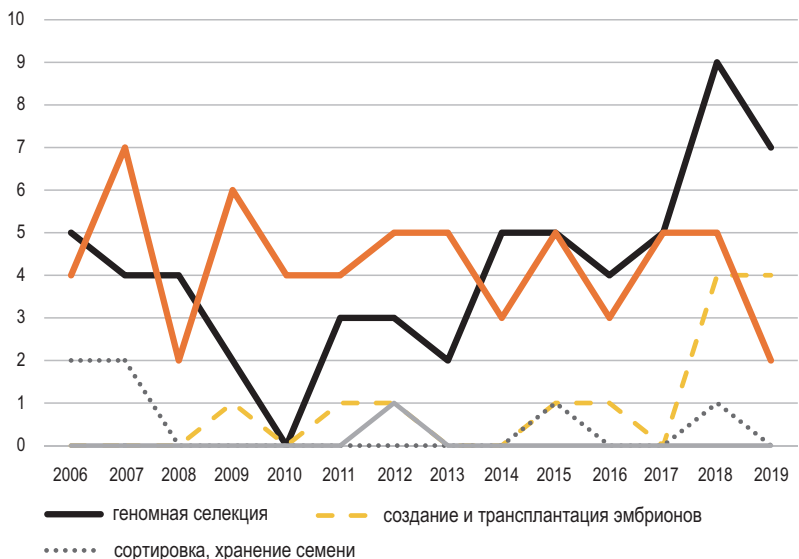


Рисунок 1. Динамика патентования биотехнологий в России национальными организациями в 2006–2019 гг. ($N = 138$ патентов), ед. Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

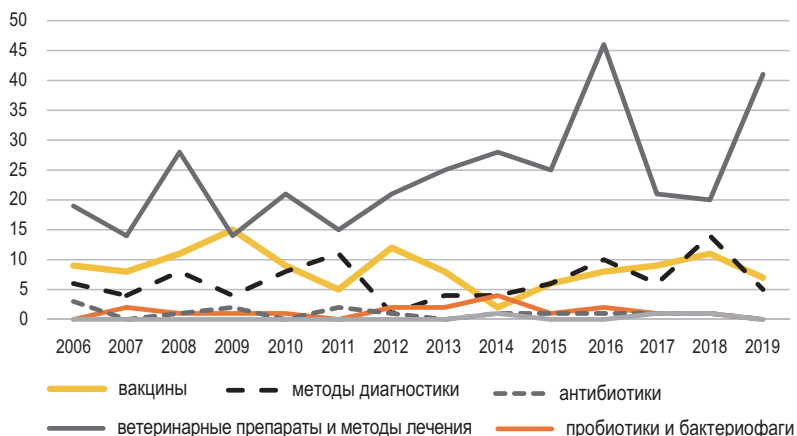


Рисунок 2. Динамика патентования по ветеринарии в России национальными организациями в 2006–2019 гг. ($N = 587$ патентов), ед. Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

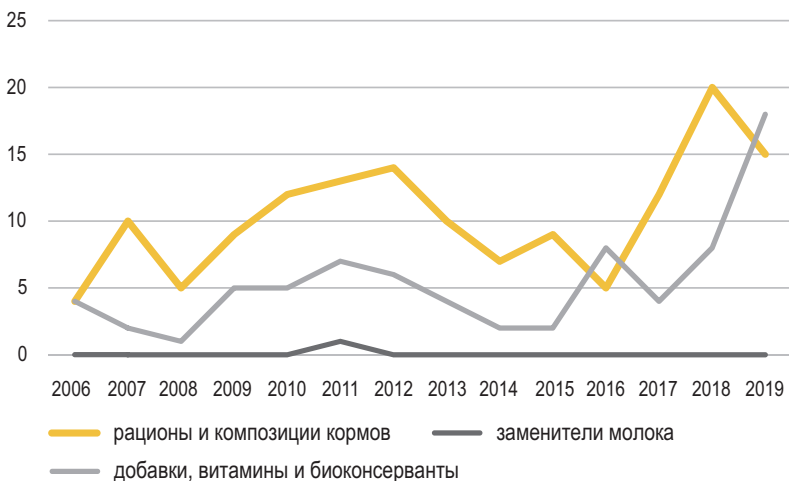


Рисунок 3. Динамика патентования по кормопроизводству в России национальными организациями в 2006–2019 гг. ($N = 222$ патента), ед. Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

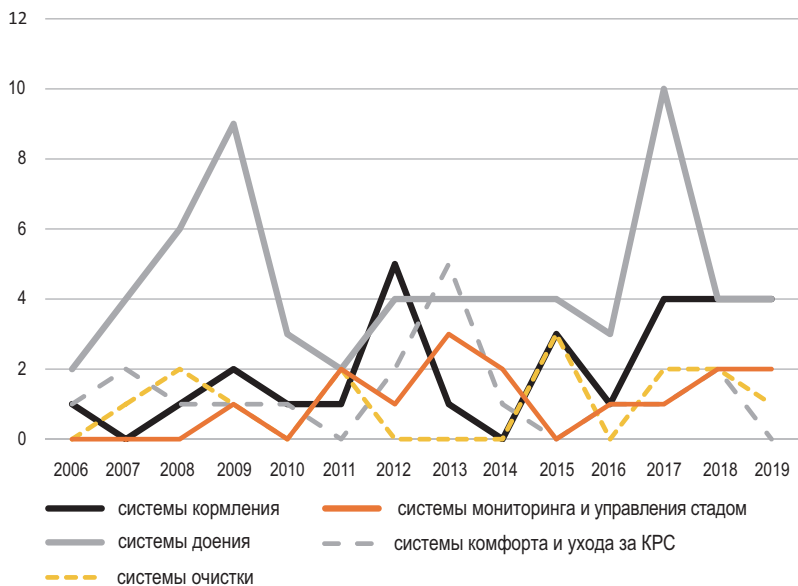


Рисунок 4. Динамика патентования по «умной ферме» в России национальными организациями в 2006–2019 гг. ($N = 157$ патентов), ед. Источник: составлено авторами на основе данных из [4.5]

Глоссарий

Автоматизация скотоводства – процесс использования технических средств и математических методов в скотоводстве с целью освобождения человека от участия в производственных процессах либо существенного уменьшения степени трудоемкости выполняемых операций.

Бактериофаги – антимикробные препараты на основе вирусов, способные точечно уничтожать только целевые болезнетворные бактерии.

Беспривязная система содержания крупного рогатого скота – система содержания коров, предусматривающая их пребывание на ферме без фиксации в стойлах и в отдельной зоне доения (доильном зале), со свободным перемещением животных как внутри помещения, так и на выгульных площадках.

Выборка животных – искусственный отбор и исключение (выбытие) животных из стада по их несоответствию требованиям хозяйства (состояние здоровья, возраст, низкая продуктивность и т.д.).

Генная инженерия – совокупность приемов, методов и технологий выделения генов из организма, осуществления манипуляций с генами, введения их в другие организмы и выращивания искусственных организмов, применяемых в целях повышения определенных характеристик организмов.

Геномная селекция – это форма селекции, при которой используются генетические маркеры, покрывающие весь геном, в результате чего все локусы количественных признаков (*QTL*) находятся в неравновесии по сцеплению хотя бы с одним из маркеров.

Геномное редактирование – подвид генной инженерии; редактирование подразумевает проведение включения, удаления или перемещения фрагментов ДНК в геноме организма без внесения туда чужеродных генов.

Генотип – совокупность генов и наследственных факторов организма, характеризующая данную особь.

Генотипирование – процесс определения генотипа животных.

Генофондное хозяйство – организация по племенному животноводству в России, осуществляющая разведение и сохранение малочисленных, исчезающих видов и пород животных, которые несут определенные признаки и свойства, сформированные в результате длительного эволюционного развития, и представляют собой источник генетического материала для создания (выведения) новых пород и типов сельскохозяйственных животных и поддержания биоразнообразия животного мира.

ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) – макромолекула, обеспечивающая хранение, передачу из поколения в поколение и реализацию генетической программы развития и функционирования живых организмов. Молекула ДНК хранит биологическую информацию в виде генетического кода, состоящего из последовательности нуклеотидов.

Заявка в ВОИС (*Patent Cooperation Treaty application*) – заявка на патент, которая подается в соответствии с Соглашением о патентной кооперации (*PCT*) и в рамках принципа «одного окна»; позволяет испрашивать патентную охрану одновременно в 153 странах, являющихся участницами указанного Соглашения.

Индекс племенной ценности крупного рогатого скота (селекционный индекс) – выражение в одном расчетном показателе суммы количественно-хозяйственных и экономически значимых признаков, которые помогают фермерам при селекционной работе.

Комбикорма (комбинированные корма) – однородные смеси корма (зерна, бобовых культур, а также продуктов с высоким содержанием белка, витаминов), предназначенные для определенного вида животных.

Кормопроизводство – научно обоснованная система организационно-хозяйственных и технологических мероприятий по производству, переработке и хранению кормов.

Крупный рогатый скот (КРС) – сельскохозяйственные животные, относящиеся к виду *Bos taurus* из подсемейства *Bovinae* (быки и коровы). Основным назначением крупного рогатого скота является производство мяса (говядины и телятины) и молока.

Международная патентная классификация (IPC) – классификатор, учрежденный Страсбургским соглашением 1971 г., предусматривающий иерархическую систему символов для классификации патентов и полезных моделей в соответствии с различными областями технологии, к которым они относятся.

Молочные породы крупного рогатого скота – породы крупного рогатого скота, специально выведенные в результате племенной работы для получения молока.

Мясные породы крупного рогатого скота – породы крупного рогатого скота, специально выведенные в результате племенной работы для получения мяса (говядины и телятины).

Патент – это охраненный документ, удостоверяющий исключительное право на изобретение, которое представляет собой продукт или процесс, как правило, обеспечивающий новый способ выполнения чего-либо или предлагающий новое техническое решение проблемы.

Патентное семейство – совокупность всех патентных публикаций, относящихся к одному изобретению.

Патентный документ со статусом «получен» (*granted patent*) – это документ, закрепляющий исключительное право на продукт или процесс, который, как правило, обеспечивает новый способ выполнения чего-либо или предлагает новое техническое решение проблемы, со сроком действия 20 лет от даты приоритета.

Патентный документ со статусом «с ограничением» (*limited patent*) – это документ, выданный в национальных патентных ведомствах, прошедший упрощенную процедуру проверки, со сроком действия менее 20 лет.

Племенная работа – система мероприятий, направленных на улучшение наследственных качеств сельскохозяйственных животных с целью повышения их породности и продуктивности.

Племенной завод – организация по племенному животноводству в России, располагающая стадом высокопродуктивных племенных животных определенной породы и использующая чистопородное разведение племенных животных.

Племенной репродуктор – организация по племенному животноводству в России, которая осуществляет разведение

племенных животных в целях обеспечения потребностей сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Племенной скот – чистокровные животные, обладающие необходимой родословной, крепким здоровьем, являющиеся ценным генетическим материалом, который обеспечивает наличие качественного потомства. Они составляют племенное ядро стада, от которого получают молодняк. Особи, не отвечающие требованиям племенного скота, переводятся в **продуктивный скот**.

Пребиотики – среда (фруктоолигосахариды, галактоолигосахариды, инулин, пектин, лактулоза, клетчатка и т.д.), необходимая для жизни и роста пробиотических бактерий (пробиотиков), которые используют пребиотики в качестве источника питания.

Привязная система содержания крупного рогатого скота – система содержания коров, предусматривающая их пребывание на ферме с фиксацией в отдельном стойле, оборудованном индивидуальной кормушкой и поилкой.

Пробиотики (пробиотические бактерии) – микроорганизмы, которые способствуют улучшению здоровья крупного рогатого скота, используются в терапевтических целях, а также в виде биологически активных добавок.

Продуктивный скот – производительный скот, который держат на фермах для получения продуктов животноводства.

Простое патентное семейство (по определению ВОИС) – патентное семейство, относящееся к одному и тому же изобретению, каждый член которого имеет в качестве основы своего «приоритетного права» точно такую же исходную заявку или заявки.

Простое патентное семейство (по определению *The Lens*) – это группа патентных документов, которые происходят от одного и того же исходного документа, называемого приоритетным документом.

Ремонтный молодняк – специально отобранные по необходимым признакам телята обоих полов. Они являются потомством племенного скота и используются для «ремонта стада», т.е. его пополнения молодыми особями вместо выбывших или увеличения поголовья.

Роботизация скотоводства – частный случай автоматизации скотоводства с включением в производственный процесс роботов

и роботизированных систем. Роботизация является интегральной частью автоматизации.

Системы мониторинга стада – цифровые системы отслеживания физиологических и поведенческих параметров крупного рогатого скота в реальном времени на базе Интернета вещей в целях контроля за его здоровьем и воспроизводством. Системы мониторинга помогают заблаговременно выявлять заболевания животных, а также охоту для оптимизации процесса их воспроизводства.

Совместная патентная классификация (СРС) – совместимая на международном уровне совместная классификация технических документов Европейского патентного ведомства и Ведомства по патентам и товарным знакам США (в частности, патентных публикаций), которая используется обоими ведомствами в процессе выдачи патентов.

Структура стада – процентное соотношение количества животных разных половых и возрастных групп с общим поголовьем стада.

Товарный скот – это животные, которые по продуктивным качествам не соответствуют требованиям, выбраковываются из стада продуктивного скота и используются для откорма и последующего убоя на мясо. Товарный скот не допускается к размножению.

Трансплантация эмбрионов – перенос эмбрионов в область матки коровы для их дальнейшего развития. Пересаживают эмбрионы, полученные как *in vitro*, так и *in vivo*, после множественной овуляции и вымывания.

«Умная ферма» – роботизированный и цифровизированный сельскохозяйственный объект, предназначенный для разведения мясного и молочного крупного рогатого скота.

Универсальные (комбинированные) породы – породы, сочетающие характеристики как мясных, так и молочных пород.

Фенотип – совокупность физических характеристик, присутствующих животному в процессе его развития. Фенотип формируется на основе генотипа при участии ряда факторов внешней среды.

Цифровизация скотоводства – внедрение современных цифровых технологий и создание единой системы (виртуальной

сети), в которую через технологии искусственного интеллекта и Интернета вещей интегрируются все оборудование фермы и сами животные, где они могут взаимодействовать между собой без вмешательства человека.

Экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО) – оплодотворение яйцеклетки в лабораторных условиях (*in vitro*) с последующим переносом эмбриона в полость матки коровы (**трансплантация эмбрионов**).

Список использованных источников

Раздел 1

- 1.1. Роль животноводства в устойчивом развитии сельского хозяйства в интересах продовольственной безопасности и питания : Доклад Группы экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания. Июль 2016 года. – Текст : электронный // FAO : официальный сайт. – URL: <http://www.fao.org/3/a-mq860r.pdf> (дата обращения: 31.07.2021)
- 1.2. Золотарева, Е.Л. Мировой рынок мяса : современные тенденции развития и перспективы участия России / Е.Л. Золотарева. – Текст : непосредственный // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 3. – С. 167–171.
- 1.3. Минсельхоз разработал проект повышения генетического потенциала коров и быков. – Текст : электронный // The Dairynews. – 26.06.2020. – URL: <https://www.dairynews.ru/news/minselkhoz-razrabotal-proekt-povysheniya-genetiches.html> (дата обращения: 31.07.2021).
- 1.4. Цены на сырое молоко выросли 2,3% – Текст : электронный // Milknews : новости молочного рынка. – 03.11.2020. – URL: <https://milknews.ru/analitika-rinka-moloka/rinok-moloka-v-Rossii/cena-moloko-sentyabr-2020.html> (дата обращения: 31.07.2021).
- 1.5. Рассказов, А.Н. Проблемы животноводства России / А.Н. Рассказов. – Текст : непосредственный // Вестник ВНИИМЖ. – 2017. – №1(25). – С. 97–100.
- 1.6. FAOSTAT / FAO : официальный сайт. – URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA/visualize> (дата обращения: 31.07.2021). – Текст электронный.
- 1.7. Терентьева, А.С. Мясное скотоводство в США : современное состояние, проблемы и перспективы / А.С. Терентьева. – Текст : электронный // Россия и Америка в XXI веке –

2018. – № 4. – URL: <https://rusus.jes.su/s207054760000059-1-1/> (дата обращения: 31.07.2021).
- 1.8. Ritchie, H. Meat and Dairy Production / H. Ritchie, M. Roser. – Текст : электронный // Our World in Data. – August 2017. – URL: <https://ourworldindata.org/meat-production#which-countries-eat-the-most-meat> <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA/visualize> (дата обращения: 31.07.2021).
 - 1.9. Wilczynski, A. Economic Comparison of Beef Production Systems in the EU / A. Wilczynski. — Текст : непосредственный // Proceedings of the 2018 International Conference “Economic Science for Rural Development” No. 47. – Jelgava, LLU ESAF, 9–11 May 2018. – P. 524–530.
 - 1.10. Ritchie, H. Land Use / H. Ritchie, M. Roser. – Текст : электронный // Our World in Data. – September 2019. – URL: <https://ourworldindata.org/land-use> (дата обращения: 31.07.2021).
 - 1.11. Dairy Market Review. March 2020. – Текст : электронный // FAO : официальный сайт. – URL: <http://www.fao.org/3/ca8341en/CA8341EN.pdf> (дата обращения: 31.07.2021).
 - 1.12. Trade Map. Trade Statistics for International Business Development : Monthly, quarterly and yearly trade data. Import & export values, volumes, growth rates, market shares, etc. – Текст : электронный // ITC : официальный сайт. – URL: https://www.trademap.org/Country_SelProduct_Map.aspx?nvpm=1%7c%7c%7c%7c%7c0401%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c3 (дата обращения: 31.07.2021).
 - 1.13. IFCN Dairy Research Network. Global Dairy Trends and Drivers 2019 / IFCN Dairy Research Network, Ph. Goetz, A. Diepenbrock, Ł. Wyrzykowski. – Текст : электронный // IFCN : Dairy Data, Knowledge, Inspiration. – URL: <https://ifcndairy.org/wp-content/uploads/2019/10/IFCN-Dairy-Report-Article-2019.pdf> (дата обращения: 31.07.2021).
 - 1.14. Petrick, M. Herd Growth, Farm Organisation and Subsidies in the Dairy Sector of Russia and Kazakhstan / M. Petrick, L. Götz. – Текст : непосредственный // Journal of Agricultural Economics. – 2019. – Vol. 70. – Issue 3. – P. 789–811.
 - 1.15. Israel Dairy Board : сайт. – URL: <https://www.israeldairy.com/category/israel-dairy-board/> (дата обращения: 31.07.2021). – Текст электронный.

- 1.16. Шеглов, Е.В. Голштинская порода. – Текст : электронный // Большая Российская Энциклопедия. – URL: <https://bigenc.ru/agriculture/text/2368193> (дата обращения: 31.07.2021).
- 1.17. Сермягин, А.А. Оценка эффекта голштинизации в популяции черно-пестрого скота Подмосковья. – Текст : электронный / А.А. Сермягин, Е.Н. Нарышкина, И.С. Недашковский, А.Н. Ермилов, Т.В. Богданова // АгроЗооТехника. – 2018. – Т. 1. – № 3. – URL: <http://azt-journal.ru/article/2800/full> (дата обращения: 31.07.2021).
- 1.18. Hereford. – Текст : электронный // The Cattle Site. – URL: <http://www.thecattlesite.com/breeds/beef/14/hereford/> (дата обращения: 31.07.2021).
- 1.19. Симментальская мясо-молочная порода коров. – Текст : электронный // Агропост. – 07.01.2013. – URL: <http://agropost.ru/skotovodstvo/myaso-molochnie-porodi-korov/simmentalskaya.html> (дата обращения: 31.07.2021).
- 1.20. Племенное животноводство, или как стать племенным репродуктором. – Текст : электронный // Milknews : новости и аналитика молочного рынка. – 08.08.2016. – URL: <https://milknews.ru/longridy/prostymi-slovami/Pleменное-zhivotnovodstvo.html> (дата обращения: 31.07.2021).
- 1.21. Племенная работа. – Текст : электронный // АО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных» : сайт. – URL: <https://web.archive.org/web/20210224201014/https://oaohcr.ru/technology/plemennaya-rabota/> (дата обращения: 31.07.2021).
- 1.22. О разъяснении основных понятий в животноводстве: племенной скот, продуктивный скот, товарный скот. – Текст : электронный // Министерство сельского хозяйства, торговли, пищевой и перерабатывающей промышленности Хабаровского края / Официальный сайт Правительства Хабаровского края. – URL: <https://minsh.khabkrai.ru/Gospodderzhka/Mery-i-poryadok-polucheniya-gospodderzhki/selskohozyajstvennoe-proizvodstvo-ZHivotnovodstvo-/1515> (дата обращения: 31.07.2021).
- 1.23. Структура стада в хозяйствах различной специализации. – Текст : электронный // Животноводство крс : социальный

- сайт о коровах. – 16.07.2014. – URL: <http://www.zivotnovodstvo.ru/struktura-stada-v-hozyajstvax-razlichnoj-specializacii/> (дата обращения: 31.07.2021).
- 1.24. Латышева, О.В. Профилактика хромоты у высокопродуктивных коров / О.В. Латышева. – Текст : электронный // Про село с любовью. Агрпром Удмуртии. – 21.10.2019. – URL: <http://au-18.ru/profilaktika-xromoty-u-vysokoproduktivnyx-korov/> (дата обращения: 31.07.2021).
- 1.25. Стрекозов, Н.И. Оптимальная структура высокопродуктивного стада молочного скота и интенсивность выращивания телок / Н.И. Стрекозов, Е.И. Конопелько. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 3. – С. 5–6.
- 1.26. Барановский, Д.И. Динамическая модель оборота стада крупного рогатого скота молочного направления / Д.И. Барановский, О.М. Гетманец, А.А. Дроздов, А.М. Хохлов. – Текст : непосредственный // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2. – С. 44–50.
- 1.27. Мясное скотоводство : технология содержания. – Текст : электронный // Федеральный центр сельскохозяйственного консультирования агропромышленного комплекса – подразделение ФГБОУ ДПО «Российская академия кадрового обеспечения АПК» : официальный сайт. – URL: <http://msx-consult.ru/myasnoe-skotovodstvo-tehnologiya-s> (дата обращения: 31.07.2021).
- 1.28. Рекомендации по разведению крупного рогатого скота мясных пород. – М. : ФГНУ «Росинфотех», 2011. – 148 с. – Текст : непосредственный.
- 1.29. Правила воспроизводства мясного стада. – Текст : электронный // Агробизнес. – 20.03.2019. – URL: <https://agbz.ru/articles/pravila-voisproizvodstva-myasnogo-stada/> (дата обращения: 31.07.2021).
- 1.30. Структура стада. – Текст : электронный // Профессиональное животноводство : советы, статьи, полезная информация для фермеров. – 03.10.2012. – URL: <http://cjzone.ru/osnov-skotovodstvo/struktura-stada/> (дата обращения: 31.07.2021).

- 1.31. Воспроизводство стада и пути его совершенствования / Главное государственное сельскохозяйственное управление племенным делом в животноводстве МСХ и ПРТ. – Казань, 2012. – URL: https://agro.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_126208.pdf (дата обращения: 31.07.2021). – Текст : электронный.
- 1.32. Мамушкина, Н.В. Характеристика отрасли и продукции животноводства, структуры себестоимости и состава затрат на производство и продажу / Н.В. Мамушкина. – Текст : непосредственный // Вестник НГИЭИ. – 2014. – № 11(42). – С. 62–72.
- 1.33. Farm Economy Preview: Beef Sector. Information based on FADN data 2012 / European Commission. – Текст : электронный // EU Agricultural and Farm Economics Briefs. – 2015. – № 5. – April. – URL: https://ec.europa.eu/agriculture/rifa/pdf/Beef_preview_final_web.pdf (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.34. Smallholders and Family Farmers. – Текст : электронный // FAO : официальный сайт. – URL: http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability_pathways/docs/Factsheet_SMALLHOLDERS.pdf (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.35. Приказ Минсельхоза России от 17 ноября 2011 г. № 431. – Текст : электронный // Контур Норматив. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=230346> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.36. Состояние всемирных генетических ресурсов животных в сфере продовольствия и сельского хозяйства / FAO; ВИЖ РАСХН. – Рим-Москва 2010. – URL: <http://www.fao.org/3/a-a1250r.pdf> (дата обращения: 02.08.2021). – Текст : электронный.
- 1.37. Welcome to the International Bull Evaluation Service Official Website / Interbull : сайт. URL: <https://interbull.org/index> (дата обращения: 02.08.2021). – Текст : электронный.
- 1.38. Скоркин, В.К. Перспективные направления концентрации и способов содержания коров на молочных фермах / В.К. Скоркин, Д.К. Ларкин, О.Л. Андрюхина. – Текст : непосредственный // Вестник ВНИИМЖ. – 2017. – № 1(25). – С. 92–96.

- 1.39. Системы и способы содержания коров. – Текст : электронный // Я-фермер.RU : главный портал для фермеров и владельцев ЛПХ. – URL: <https://www.ya-fermer.ru/sistemy-i-sposoby-soderzhaniya-korov> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.40. Беспривязное содержание коров. – Текст : электронный // Аграрный сектор : сайт о сельском хозяйстве. – URL: <https://agrarnyisektor.ru/zhivotnovodstvo/besprivyaznoe-soderzhanie-korov.html> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.41. Скоркин, В.К. Интенсификация производства продукции молочного скотоводства / В.К. Скоркин, Ю.А. Иванов. – Подольск, 2011. – 482 с. – Текст : непосредственный.
- 1.42. Скоркин, В.К. Инновационные технологии и технические средства для производства конкурентоспособной продукции / В.К. Скоркин. – Текст : непосредственный // Вестник ВНИИМЖ. – 2016. – № 2(22). – С. 110–117.
- 1.43. Heery, D. Pursuing Added Value in the Irish Agro-Food Sector : An application of the Global Value Chain methodology / D. Heery. – Текст : электронный // Teagasc – Agriculture and Food Development Authority : официальный сайт. – August 2015. – URL: <https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2017/Global-Value-Chain-Case-Study---Thesis---Declan-Heery---August-2015.pdf> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.44. Нивен, Д. Содействие созданию устойчивых производственно-сбытовых цепочек в сфере продовольствия : Руководящие принципы / Д. Нивен. – Рим : ФАО, 2015. – URL: <http://www.fao.org/3/a-i3953r.pdf> (дата обращения: 02.08.2021). – Текст : электронный.
- 1.45. Валявин, А.В. Управление молочнопродуктовым подкомплексом : теория и стратегия / А.В. Валявин. – Текст : непосредственный // Азимут научных исследований : экономика и управление. – 2016. – Т. 5. – № 4 (17). – С. 64–68.
- 1.46. Левахин, В.И. Основы технологии мясного скотоводства : Методические рекомендации / В.И. Левахин, М.М. Поберухин, А.В. Харламов, Е.А. Ажмулдинов, М.Г. Титов. – Текст : непосредственный // Вестник мясного скотоводства. – 2015. – № 1(89). – С. 121–129.

- 1.47. A Snapshot of Canada's Beef Industry. – Текст : электронный // Alberta Cattle Feeders' Association : официальный сайт. – URL: <https://www.cattlefeeders.ca/wp-content/uploads/2015/01/Canadian-Beef-Value-Chain-Schematic.pdf> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.48. Экономика молочного животноводства и ее инвестиционная привлекательность. – Текст : электронный // DairyNews. – 23.05.2018. – URL: <https://www.dairynews.ru/news/ekonomika-molochnogo-zhivotnovodstva-i-ee-investits.html> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.49. Целенаправленные решения в области аграрной политики под председательством Германии в совете ЕС во второй половине 2020 года. – Текст : электронный // Германо-Российский аграрно-политический диалог. – URL: <https://agrar-dialog.ru/news/details/id/3737> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.50. Tal, A. Israeli Agricultural Innovation: Assessing the Potential to Assist Smallholders. – Syngenta Foundation for Sustainable Agriculture, 2019. – URL: <https://www.syngentafoundation.org/file/14266/download> (дата обращения: 02.08.2021). – Текст : электронный.
- 1.51. Инновации в молочном животноводстве : какие израильские технологии помогут повысить эффективность производства. – Текст : электронный // Milknews : новости и аналитика молочного рынка. – 20.04.2020. – URL: <https://milknews.ru/longridy/izrailskiye-technologie-v-molochnom-zhivotnovodstve.html> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.52. Лоренс, Г. Выстраивание цепочек стоимости в Российском сельском хозяйстве / Г. Лоренс, Л. Гельман, Д. Левандо. – Текст : электронный // ВШЭ: официальный сайт. – URL: <https://www.hse.ru/data/230/849/1235/Lorenc.doc> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.53. Обзор рынка сельского хозяйства – 2019 : Анализ. – Текст : электронный // Deloitte. – URL: <https://www2.deloitte.com/ru/ru/pages/consumer-business/articles/snapshot-of-the-russian-agroindustry.html> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.54. Воробьев, Н.И. Технология связанного азота и азотных удобрений / Н.И. Воробьев. – Минск, 2011. – URL: <https://>

- core.ac.uk/download/pdf/144009251.pdf (дата обращения: 02.08.2021). – Текст : электронный.
- 1.55. Zweig, G. *Insecticides: Analytical Methods for Pesticides, Plant Growth Regulators, and Food Additives*. Vol. 2 / G. Zweig. – Academic Press, 2013. – 638 p. – Текст : непосредственный.
 - 1.56. Oberemok, V.V. A Short History of Insecticides / V.V. Oberemok, K.V. Laikova, Yu.I. Gninenko, A.S. Zaitsev, P.M. Nyadar, T.A. Adeyemi. – Текст : непосредственный // *Journal of Plant Protection Research*. – 2015. – Vol. 55. – Issue 3. – P. 221–226.
 - 1.57. Задёра, М.И. Применение антибиотиков при выращивании сельскохозяйственных животных. Антибиотики в сельскохозяйственной продукции / М.И. Задёра, А.К. Груздева. – Текст : непосредственный // *Молодой ученый*. – 2018. – № 19(205). – С. 20–23.
 - 1.58. Сидорчук, А.А. История создания вакцин и вакцинации. Ч. I. Краткое введение в вакцинологию / А.А. Сидорчук. – Текст : непосредственный // *Российский ветеринарный журнал*. – 2018. – № 1. – С. 19–21.
 - 1.59. Война миров : антибиотики в сельском хозяйстве. – Текст : электронный // *DairyNews*. – URL: <https://www.dairynews.ru/news/voyna-mirov-antibiotiki-v-selskom-khozyaystve.html> (дата обращения: 12.03.2021).
 - 1.60. Authorisation, Import and Manufacture of Veterinary Medicines : Summary of: Regulation (EU) 2019/6 on veterinary medicinal products and repealing Directive 2001/82/EC. – Текст : электронный // *EUR-Lex*. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3A4381220> (дата обращения: 02.08.2021).
 - 1.61. Тютюнник, В.М. Адольф Фридрих Иоганн Бутенандт, Леопольд Стефен Ружичка / В.М. Тютюнник. – Текст : электронный // *ChemNet Россия*. – URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/nobel/1939-Butenandt,Ruzicka.html> (дата обращения: 02.08.2021).
 - 1.62. Thom, M. rBGH, Monsanto and Corporate Agriculture Information about Intellectual Property Rights / M. Thom. – Текст : электронный // *Institute for Agriculture and Trade Policy* :

- официальный сайт. – URL: https://www.iatp.org/sites/default/files/258_2_78307.htm (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.63. Doyle, E. Human Safety of Hormone Implants Used to Promote Growth in Cattle : A Review of the Scientific Literature / E. Doyle. – Food Research Institute, 2000. – URL: https://fri.wisc.edu/files/Briefs_File/hormone.pdf (дата обращения: 02.08.2021). – Текст : электронный.
- 1.64. Рекомбинантный бычий соматотропин (rBST) — возможность или опасность? – Текст : электронный // Россельхознадзор / Новости / Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору. – 24.07.2015 – URL: <https://fsvps.gov.ru/fsvps/news/14496.html> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.65. О вреде рактопомина. – Текст : электронный // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ямало-Ненецкому автономному округу : официальный сайт. – URL: <http://89.gospotrebnadzor.ru/press/release/103576/> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.66. Романова, К. Австралийскую говядину наказали за допинг / К. Романова, И. Айзятюлова. – Текст : электронный // Газета.ру. – 01.04.2014. – URL: <https://www.gazeta.ru/business/2014/04/01/5972673.shtml> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.67. Кукуруза DEKALB — столетняя история успеха. – Текст : электронный // Агропромышленная газета юга России. – URL: <https://www.agropromyug.com/dekalb/884-kukuruza-dekalb-stoletnyaya-istoriya-uspekha.html> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.68. Coffey, D. Review of the Feed Industry from a Historical Perspective and Implications for its Future / D. Coffey, K. Dawson, P. Ferket, A. Connolly. – Текст : электронный // Journal of Applied Animal Nutrition. – 2016. – No. 4. – URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-applied-animal-nutrition/article/review-of-the-feed-industry-from-a-historical-perspective-and-implications-for-its-future/A655939BDBB386140F15ECB-577F5711C> (дата обращения: 02.08.2021).

- 1.69. Ferket, P. Recent Developments in Feed Technology / P. Ferket, C. Stark : North Carolina State University Dept of Poultry Science report. – 2011. – Текст : непосредственный.
- 1.70. Инге-Вечтомов, С.Г. Молекулярная генетика / С.Г. Инге-Вечтомов. – Текст : электронный // Большая российская энциклопедия. – URL: <https://bigenc.ru/biology/text/2223984> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.71. Кузнецов, В.М. Племенная оценка животных : прошлое, настоящее, будущее (обзор) / В.М. Кузнецов. – Текст : непосредственный // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2012. – № 4. – С. 118–157.
- 1.72. Лукьянов, К.И. Современные тенденции в индексной оценке племенной ценности молочного скота / К.И. Лукьянов, П.М. Федяев. – Текст : электронный // Генетика и разведение животных. – 2016. – № 4. – URL: <http://vniigen.ru/wp-content/uploads/2017/06/2.4.2016.pdf> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.73. History of CRISPR-Cas from Encounter with a Mysterious Repeated Sequence to Genome Editing Technology. – Текст : электронный // American Society for Microbiology / Journal of Bacteriology : сайт. – URL: <https://jb.asm.org/content/200/7/e00580-17> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.74. Лосева, П. Новый метод редактирования генома оказался точнее классического CRISPR/Cas9 / П. Лосева. – Текст : электронный // N + 1. – 21.10.2019. – URL: <https://nplus1.ru/news/2019/10/21/prime-editing> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.75. Черняк, Н. Сексованная сперма — инновация в молочном скотоводстве на этапе управления воспроизводством стада / Н. Черняк, О. Гончарук. – Текст : электронный // MilkUA.info. – 04.10.2012. – URL: <http://milkua.info/ru/post/seksovannaa-sperma-innovacia-v-molocnom-skotovodstve-na-etape-upravlenia-vosproizvodstvom-stada> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.76. Головань, В.Т. Интенсификация производства молока и говядины : монография / В.Т. Головань, М.С. Галичева, Д.А. Юрин, А.В. Кучерявенко ; Майкопский государственный

- технологический университет. – Майкоп, 2018. – 140 с. – Текст : непосредственный.
- 1.77. Steele, H. Bovine Sperm Sexing Alters Sperm Morphokinetics and Subsequent Early Embryonic Development / H. Steele, D. Makri, W.E. Maalouf, S. Reese, S. Kölle. – Текст : непосредственный // Scientific Reports. – 2020. – Vol. 10. – Article number : 6255.
- 1.78. Сидоров, А.И. Сенсорная фотоника : учебное пособие / А.И. Сидоров. – СПб: Университет ИТМО, 2019. – 96 с. – Текст : непосредственный.
- 1.79. Морозов, Н.М. Эффективность применения робототехнических систем в животноводстве / Н.М. Морозов, И.И. Хусаинов, А.С. Варфоломеев. – Текст : непосредственный // Вестник ВНИИМЖ. – 2019. – № 1(33). – С. 57–62.
- 1.80. Мунгалов, Д. Роботы и коровы : что дает автоматизация сельскому хозяйству / Д. Мунгалов. – Текст : электронный // SK-Сколково. – 28.04.2018. – URL: <https://old.sk.ru/news/b/articles/archive/2018/04/28/roboty-i-korovy-chto-daet-avtomatizaciya-selskomu-hozyaystvu.aspx> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.81. Milking Robots Market Worth 2.48 Billion USD by 2023 with a growing CAGR of 11.06%. – Текст : электронный // Markets and Markets / Milking Robots Market. – URL: <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/milking-robots.asp> (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.82. Шарипов, Д.Р. Классификация роботизированных систем доения / Д.Р. Шарипов. – Текст : непосредственный // Вестник ВНИИМЖ. – 2019. – № 1(33). – С. 77–81.
- 1.83. Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. – Текст : электронный // Высшая школа экономики / ИСИЭЗ : официальный сайт. – URL: https://issek.hse.ru/data/2017/05/03/1171421726/Prognoz_APK_2030.pdf (дата обращения: 02.08.2021).
- 1.84. Рост на своей органике. – Текст : электронный // Стимул. – URL: <https://stimul.online/articles/innovatsii/rost-na-svoey-organike/> (дата обращения: 24.06.2020).

- 1.85. Organic Food & Beverage Market Size Worth \$320.5 Billion By 2025. – Текст : электронный // GVE. – URL: <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-organic-food-beverages-market> (дата обращения: 02.08.2021).

Раздел 2

- 2.1. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. – Текст : электронный // Росстат : официальный сайт. URL: https://www.gks.ru/enterprise_ekonomy (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.2. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: В 8 т. /Федеральная служба гос. статистики. – М.: ИИЦ «Статистика России», 2018. – URL: https://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/sx/vsxp2016/VSHP%202016_T5_k1_web.pdf (дата обращения: 02.08.2021). – Текст : электронный.
- 2.3. Фирсова, Э.В. Основные породы молочного скота в хозяйствах Российской Федерации / Э.В. Фирсова, А.П. Карташова. – Текст : непосредственный // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 55. – С. 69–75.
- 2.4. Guinan, F.L. Changes Occurring in the Breed Composition of U.S. Dairy Herds / F.L. Guinan, H.D. Norman, J.W. Durr. – Текст : непосредственный // Joint Interbull ADSA Meeting, Cincinnati, OH, June 23rd. 2019. No. 55. P. 11–16, ref. 1.
- 2.5. Россия в цифрах : официальное издание. 2019 / Федеральная служба государственной статистики. – М., 2019. – Табл. 17.19. – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/rus19.pdf> (дата обращения: 02.08.2021). – Текст : электронный.
- 2.6. Определен перечень запрещенной к ввозу в Россию продукции. – Текст : электронный // Гарант. – 07.08.2014. – URL: <http://www.garant.ru/news/558041/#ixzz6ezszZbTr> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.7. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. Животноводство. Продуктивность скота и птицы. Файл XLS. – Текст : электронный // Федеральная служба государственной ста-

- тики : официальный сайт. – URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (дата обращения: 03.08.2021).
- 2.8. Государственное управление и поддержка племенного животноводства. 1 Всероссийский съезд селекционеров в области животноводства. 25 апреля 2019 г. / Департамент животноводства и племенного дела Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. – URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/08b/08b8db9ca6be249875644c8ed5845bf9.pdf> (дата обращения: 03.08.2021). – Текст : электронный.
- 2.9. Российский рынок молока и молочных продуктов. – Текст : электронный // Агровестник. Молочное животноводство. – 19.06.2019 – URL: <https://agrovesti.net/lib/industries/dairy-farming/rossijskij-rynok-moloka-i-molochnykh-produktov.html> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.10. Импорт молочной продукции в РФ в 6 графиках. – Текст : электронный // Milknews : новости молочного рынка. – 27.06.2019. – URL: <https://milknews.ru/analitika-rinka-moloka/rinok-moloka-v-Rossii/import-molochnaya-produkciya-grafiki-aprel.html> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.11. Кузьмин, В.Н. Поддержка мясного скотоводства в России / В.Н. Кузьмин. – Текст : непосредственный // Вестник ВНИИМЖ. – 2019. – № 3(35). – С. 12–19.
- 2.12. The United States Meat Industry at a Glance. – Текст : электронный // NAMI. – URL: <https://www.meatinstitute.org/index.php?ht=d/sp/i/47465/pid/47465> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.13. Эффективность мясного скотоводства в России. – Текст : электронный // MeatInfo. – 31.07.2020. – URL: <https://meatinfo.ru/blog/effektivnost-myasnogo-skotovodstva-v-rossii-795> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.14. Литвина, Н.В. Развитие мясного скотоводства в условиях импортозамещения : специальность 08.00.05 : дис. ... канд. экон. наук / Надежда Валерьевна Литвина ; ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ. – Москва, 2020. – 205 с. – Текст : непосредственный.
- 2.15. Актуальные вопросы развития мясного и молочного скотоводства в Российской Федерации. Парламентские слу-

- шания. 22 марта 2018 г. – Текст : электронный // Совет Федерации Федерального собрания Российской Федерации : официальный сайт. – URL: <http://council.gov.ru/activity/activities/parliamentary/91585/> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.16. Савкина, Л. Рынок мяса в России в 2018 году / Л. Савкина. – Текст : электронный // СФЕРА : Мясная промышленность. – 2019. – № 2(125). – URL: <https://sfera.fm/articles/myasnaya/rynok-myasa-v-rossii-v-2018-godu> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.17. Рейтинг : Топ-30 крупнейших производителей молока в России. – Текст : электронный // Milknews : новости молочного рынка. – 03.09.2020. – URL: https://milknews.ru/analitika-rinka-moloka/reitingi/reitingi_55267.html (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.18. Белая, А. Конец ручного управления. Какие цифровые технологии внедряются на животноводческих предприятиях / А. Белая. – Текст : электронный // Агроинвестор. Животноводство. – Март 2020 г. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/animal/article/33325-konets-ruchnogo-upravleniya-kakie-tsifrovye-tehnologii-vnedryayutsya-na-zhivotnovodcheskikh-predpri/> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.19. Колчинский, Э. Сложный путь эволюционной теории в СССР / Э. Колчинский. – Текст : электронный // Research Gate. – Feb. 2019. – URL: https://www.researchgate.net/publication/331199698_95_Sloznyj_put_evolutionnoj_teorii_v_SSSR (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.20. Виноградов, В.Н. ВИЖ – флагман зоотехнической науки / В.Н. Виноградов, Л.К. Эрнст, Н.И. Стрекозов, О.Ю. Осадчая ; Российская академия сельскохозяйственных наук ; Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства. – Дубровицы, 2009. – 236 с. – Текст : непосредственный.
- 2.21. Тухватуллин, Ю. Золотой теленок / Ю. Тухватуллин. – Текст : электронный // Агроинвестор. – 02.03.2011. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/15055-zolotoy-telenok> (дата обращения: 02.08.2021).

- 2.22. Лухнова, Л.Ю. История создания и основные направления совершенствования специфической профилактики сибирской язвы / Л.Ю. Лухнова, П.Н. Дерябин, Б.Б. Атшабар, Т.В. Мека-Меченко, Л.Е. Некрасова, В.Ю. Сущих, У.А. Избанова. – Текст : непосредственный // *Medicine (Almaty)*. – 2016. 2.23. Ветеринария в годы Советской власти в России. – Текст : электронный // *Ветеринка.ру* : портал для ветеринарных врачей и владельцев животных. – URL: <https://www.veterinarka.ru/vet-history/veterinariya-v-gody-sovetskoj-vlasti-v-rossii.html> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.24. Суслов, С.А. История развития комбикормовой промышленности / С.А. Суслов, А.А. Назаров. – Текст : непосредственный // *Вестник НГИЭИ*. – 2013. – № 11(30). – С. 77–79.
- 2.25. Тареева, О.А. Повышение пропускной способности роторно-конвейерной доильной установки на основе адаптивного управления технологическими потоками животных : специальность 05.20.01 : дис. ... канд. тех. наук / Оксана Александровна Тареева ; ГБОУ «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет». – Княгинино, 2016. – 203 с. – Текст : непосредственный.
- 2.26. Телята из пробирки : в России проводятся эксперименты по клонированию. – Текст : электронный // *Инвест-форсайт : деловой журнал*. – 26.07.2017. – URL: <https://www.if24.ru/klonirovaniye-v-rossii/> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.27. Победнов, Ю.А. Теоретические представления и способы консервирования кукурузы и трав на основе регулирования микробиологических процессов (методические указания) / Ю.А. Победнов ; ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса» ; ООО «Биотроф». – СПб., 2017. – 52 с. – Текст : непосредственный.
- 2.28. Рекомбинантный бычий соматотропин (rBST) — возможность или опасность? – Текст : электронный // *Россельхознадзор / Новости / Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору*. – 24.07.2015 – URL: <https://fsvps.gov.ru/fsvps/news/14496.html> (дата обращения: 02.08.2021).

- 2.29. Заворина, М. Рогатая ветпрофилактика / М. Заворина, Д. Харуца. – Текст : электронный // Агроинвестор. – Июль – август 2011 г. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/15087-rogataya-vetprofilaktika/> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.30. Калабеков, И.Г. СССР и страны мира в цифрах : справочное издание / И.Г. Калабеков. – М., 2015. – 239 с. – Текст : непосредственный.
- 2.31. Скотоводство. – Текст : электронный // Большая советская энциклопедия / Booksite.ru. – URL: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/103/007.htm> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.32. Постановление ЦК КПСС от 16 апреля 1971 г. № 226 «О развитии производства продуктов животноводства на промышленной основе». – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901976152> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.33. Цой, Ю.А. Системы роботизации доения коров : выбор доильной установки / Ю.А. Цой. – Текст : электронный // Агропост. – 01.01.2020. – URL: <http://agropost.ru/oborudovanie-zhivotnovodstva/sistemy-robotizatsii-doeniya-vybor-doilnoy-ustanov.html> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.34. История Института. – Текст : электронный // Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста : официальный сайт. – URL: <https://www.vij.ru/institut/istoriya-instituta> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.35. Суровцев, В.Н. Эффективность технологической модернизации молочного скотоводства / В.Н. Суровцев, Ю.Н. Никулина. – Текст : непосредственный // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 4. – С. 5–9.
- 2.36. Федеральный закон от 3 августа 1995 г. № 123-ФЗ «О племенном животноводстве» (с изменениями и дополнениями). – Текст : электронный // Гарант. – URL: <http://base.garant.ru/10107888/#ixzz6pNDoJGHZ> (дата обращения: 02.08.2021).

- 2.37. Указ Президента РФ от 21 октября 2005 г. № 1226 «О Совете при Президенте Российской Федерации по реализации приоритетных национальных проектов». – Текст : электронный // Гарант. – URL: <http://base.garant.ru/6194540/> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.38. Указ Президента РФ от 6 августа 2014 г. № 560 «О применении отдельных специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности Российской Федерации». – Текст : электронный // Президент России : официальный сайт. – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/38809> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.39. Ввоз. Вывоз. Транзит. – Текст : электронный // Россельхознадзор : официальный сайт. – URL: <https://fsvps.gov.ru/fsvps/importExport/brazil/ivRestrictions.html> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.40. Россельхознадзор отменяет ограничения на поставки мясной продукции 9 предприятий Бразилии. – Текст : электронный // Прайм : агентство экономической информации. – 31.10.2018. – URL: <https://1prime.ru/business/20181031/829390868.html> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.41. Указ Президента РФ от 28 ноября 2018 г. № 680 «О развитии генетических технологий в Российской Федерации». – Текст : электронный // Гарант. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72014372/> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.42. Институт молекулярной генетики – основные сведения. – Текст : электронный // ИМГ – Федеральное государственное бюджетное учреждение Институт молекулярной генетики Национального исследовательского центра «Курчатовский институт». – URL: <https://img.ras.ru/ru/img/about> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.43. Барсукова, С.Ю. Неформальные способы реализации формальных намерений, или Как реализуется Приоритетный национальный проект «Развитие АПК» : Препринт WP4/2007/02. – М.: ГУ-ВШЭ, 2007. – 56 с. – Текст : непосредственный.

- 2.44. Постановление Правительства РФ от 14 июля 2007 г. № 446 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 годы» (с изменениями и дополнениями). – Текст : электронный // Гарант. – URL: <http://base.garant.ru/2162858/#ixzz6pT94qQMC> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.45. Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы». – Текст : электронный // Росстат : официальный сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/post717-2012.pdf> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.46. Постановление от 8 февраля 2019 г. № 98 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 года № 717». – Текст : электронный // Министерство сельского хозяйства РФ : официальный сайт. – URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/f3f/f3f6ff955102d66d3c193d811170b975.pdf> (дата обращения: 16.08.2021).
- 2.47. Проект приказа Министерства сельского хозяйства РФ «Об утверждении Ветеринарных правил осуществления идентификации и учета животных». – Текст : электронный // Гарант. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56582086/#ixzz6g8DAmaTL> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.48. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 22 апреля 2016 г. № 161 «Об утверждении Перечня видов животных, подлежащих идентификации и учету». – Текст : электронный // Российская газета. – 2016. – 1 июня. – URL: <https://rg.ru/2016/06/01/a1265503-dok.html> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.49. Заключение об оценке регулирующего воздействия проекта приказа Минсельхоза России «Об утверждении Ветеринарных правил осуществления идентификации и учета животных». – Текст : электронный // Минсель-

- хоз России : официальный сайт. – URL: <http://old.economy.gov.ru/minec/resources/17ad5d6f-167f-4081-9b81-79953fc37a05/201724034.pdf> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.50. Подробности : Как нужно будет проводить идентификацию животных. – Текст : электронный // DairyNews. – 04.03.2019. – URL: <https://www.dairynews.ru/news/podrobnosti-kak-nuzhno-budet-provodit-identifikats.html> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.51. Постановление об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы. – Текст : электронный // Правительство РФ : официальный сайт. – URL: <http://static.government.ru/media/files/EIQtiyxIORGХoTK7A9i497tyyLAmnlrs.pdf> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.52. Постановление Правительства РФ от 22 апреля 2019 г. № 479 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019–2027 годы». – Текст : электронный // Правительство РФ : официальный сайт. – URL: <http://static.government.ru/media/files/1FErVexYSoVYFduUn1tStWILkyrTEmu.pdf> (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.53. Основные результаты работы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации за 2017 год. – Текст : электронный // Правительство РФ : официальный сайт. – URL: http://government.ru/dep_news/32261/ (дата обращения: 02.08.2021).
- 2.54. Шик, О.В. Исследование системы бюджетной поддержки аграрного сектора в России / О.В. Шик, Е.В. Серова, Р.Г. Янбых. – Текст : непосредственный // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2020. – № 2. – С. 145–167.

Раздел 3

- 3.1. Schmoch, U. Concept of a Technology Classification for Country Comparisons. Final Report to the World Intellectual Property Organisation (WIPO) / U. Schmoch ; Fraunhofer Institute for

- Systems and Innovation Research, Karlsruhe, Germany. – June 2008. – URL: https://www.wipo.int/export/sites/www/ip-stats/en/statistics/patents/pdf/wipo_ipc_technology.pdf (дата обращения: 02.08.2021). – Текст : электронный.
- 3.2. Haley, C.S. Strategies to Utilize Marker – Quantitative Trait Loci Associations / C.S. Haley, P.M. Visscher. – Текст : непосредственный // *Journal of Dairy Science*. – 1998. – Vol. 81. – No. 2. – P. 85–97.
- 3.3. Meuwissen, T.H.E. Genomic Selection : The future of animal breeding / T.H.E. Meuwissen ; Norwegian University of Life Sciences. – 2007 – P. 88–91. – URL: <https://www.fao.org/biotech/docs/meuwissen.pdf> (дата обращения: 02.08.2021). – Текст : электронный.
- 3.4. De Koning, D.-J. Meuwissen et al. on Genomic Selection / D.-J. de Koning. – Текст : непосредственный // *Genetics*. – 2016. – May. – Vol. 203(1). – P. 5–7.
- 3.5. Eggen, A. The Development and Application of Genomic Selection as a New Breeding Paradigm / A. Eggen. – Текст : непосредственный // *Animal Frontiers*. – 2012. – Jan. – No. 1(2). – P. 10–15.
- 3.6. Глазко, В.И. Геномная селекция крупного рогатого скота : исследовательские и прикладные задачи. – Текст : непосредственный // *Известия ТСХА*. – 2011. – Вып. 5. – С. 126–135.
- 3.7. MARKER Assisted Selection. Current status and future perspectives in crops, livestock, forestry and fish / Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Rome, 2007. – Текст : непосредственный.
- 3.8. Селионова, М.И. Геномные технологии в селекции сельскохозяйственных животных / М.И. Селионова, А.М. Айбазов. – Текст : непосредственный // *Сельскохозяйственный журнал*. – 2014. – № 7(1). – С. 140–145.
- 3.9. Seidel, G.E., Jr. Use of Single Nucleotide Polymorphisms for Whole Genome Selection in Cattle / G.E. Seidel, Jr. – Текст : электронный // *Dairy-Cattle*. – URL: <https://dairy-cattle.extension.org/use-of-single-nucleotide-polymorphisms-for-whole-genome-selection-in-cattle/> (дата обращения: 03.08.2021).

- 3.10. Юдин, Н.С. Применение репродуктивных технологий для повышения эффективности геномной селекции молочного крупного рогатого скота / Н.С. Юдин, К.И. Лукьянов, М.И. Воевода, Н.А. Колчанов. – Текст : непосредственный // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – № 19(3). – С. 277–285.
- 3.11. Обзор последних мировых достижений в геномной селекции животных в мире / Мираторг ; Центр геномной селекции. – URL: <http://docplayer.ru/142952838-Centr-genomnoy-selekcii.html> (дата обращения: 03.08.2021). – Текст : электронный.
- 3.12. Park, Mi Na. Genomic Selection through Single-Step Genomic BLUP Improves the Accuracy of Evaluation in Hanwoo Cattle / Mi Na Park, Mahboob Alam, Sidong Kim, ByoungHo Park, Seung Hwan Lee, Sung Soo Lee. – Текст : непосредственный // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. – 2019. – Vol. 33(10). – P. 1544–1557.
- 3.13. Lourenco, D.A.L. Genetic Evaluation Using Single-Step Genomic Best Linear Unbiased Predictor in American Angus / D.A.L. Lourenco, S. Tsuruta, B.O. Fragomeni, Y. Masuda, I. Aguilar, A. Legarra, J.K. Bertrand, T.S. Amen, L. Wang, D.W. Moser and I. Misztal. – Текст : непосредственный // American Society of Animal Science. – 2015. – Vol. 93(6). – P. 2653–2662.
- 3.14. Геномная селекция для КРС (крупного рогатого скота). – Текст : электронный // Ksivalue. – URL: <https://ksivalue.com/selection> (дата обращения: 03.08.2021).
- 3.15. Франция, Генетическая селекция и технологическая инновация / France Génétique Elevage. – URL: http://en.france-genetique-elevage.org/IMG/pdf/fge_selection_genomique_russe-2.pdf (дата обращения: 03.08.2021). – Текст : электронный.
- 3.16. Сексированное семя. – Текст : электронный // Bull СелектСервис. – URL: <https://bullselect.ru/seksirovannoye-semya/> (дата обращения: 03.08.2021).
- 3.17. De Vries, A. Exploring the Impact of Sexed Semen on the Structure of the Dairy Industry / A. De Vries, M. Overton, J. Fetrow,

- K. Leslie, S. Eicker, G. Rogers. – Текст : непосредственный // Journal of Dairy Science. – 2008. – Vol. 91. – No. 2. – P. 847–856.
- 3.18. Van Doormaal, B. The Impact of Sexed Semen on Breeding, Management and Profitability of the Dairy Herd / B. Van Doormaal. – Текст : электронный // Canadian Dairy Network (CDN). – URL: <https://www.cdn.ca/document.php?id=185> (дата обращения: 03.08.2021).
- 3.19. Faizah, H.M. Multiple Ovulation Embryo Transfer (MOET) in Dairy Cattle in Gatton / H.M. Faizah, F. Richard, P. Meena, K.L. Stanley et al. – Текст : непосредственный // Malaysian Journal of Veterinary Research. – 2018. – Vol. 9. – No. 2. – July. – P. 109–116.
- 3.20. Humblot, P. Reproductive Technologies and Genomic Selection in Cattle / P. Humblot, D. Le Bourhis, S. Fritz, J.J. Colleau, C. Gonzalez, C. Guyader Joly, A. Malafosse, Y. Heyman, Y. Amigues, M. Tissier and C. Ponsart. – Текст : электронный // Veterinary Medicine International. – 2010. – No. 4. – URL: https://www.researchgate.net/publication/47567243_Reproductive_Technologies_and_Genomic_Selection_in_Cattle (дата обращения: 03.08.2021).
- 3.21. Дюльгер, Г.П. Вспомогательные репродуктивные технологии в воспроизводстве крупного рогатого скота / Г.П. Дюльгер, В.В. Храмцов, А.Г. Нежданов. – Текст : непосредственный // Российский ветеринарный журнал. – 2014. – № 4. – С. 5–9.
- 3.22. Veterinary Artificial Insemination Market Size, Share & Trends Analysis Report By Animal Type (Cattle, Swine, Sheep, Canine, Equine), By Product (Normal Semen, Sexed Semen), By End Use, And Segment Forecasts, 2021–2028. – Текст : непосредственный // Grand View Research. – Feb, 2021.
- 3.23. Boyalife Genomics. – Текст : электронный // Boyalife Genomics. – URL: <https://boyalife.com/our-business/genomics/> (дата обращения: 03.08.2021).
- 3.24. World's Largest Factory for Animal Cloning to Be Built in Tianjin, China. – Текст : электронный // Futures Centre. – Mar. 10. – URL: <https://www.thefuturescentre.org/signal/worlds-largest->

- factory-for-animal-cloning-to-be-built-in-tianjin-china/ (дата обращения: 03.08.2021).
- 3.25. Абрамова, З.И. Введение в генетическую инженерию : учебное пособие для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по курсу «Генная инженерия». Казань : Казанский университет, 2008. – 169 с. – Текст : непосредственный.
- 3.26. Бурсаков, С.А. Некоторые аспекты современных геномных и генно-инженерных технологий в молочном скотоводстве / С.А. Бурсаков, С.Н. Ковальчук. – Текст : непосредственный // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 9 – С. 22–29.
- 3.27. Битва за права на технологию редактирования генома CRISPR/Cas9. – Текст : электронный // ВОИС журнал. – 2017. – Апрель. – URL: https://www.wipo.int/wipo_magazine/ru/2017/02/article_0005.html (дата обращения: 03.08.2021).
- 3.28. Гизатуллина, Ф.Г. Устойчивость к лейкозу коров разных генотипов на Южном Урале / Ф.Г. Гизатуллина, И.А. Гизатуллин. – Текст : непосредственный // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2011. – № 207. – С. 124–128.
- 3.29. Моноклональные антитела : роль и потенциал. – Текст : электронный // Servier. – 17.08.2020. – URL: <https://servier.ru/monoklonalnyie-antitela-rol-i-potentsial/> (дата обращения: 03.08.2021).
- 3.30. Troiano, L.D.C. Production, Characterization, and Use of Monoclonal Antibodies Against gp51 Protein to Diagnose Bovine Leukemia Virus Infection / L.D.C. Troiano, V. Thomaz-Soccol, J.V.B. Agottani, J. Brodzinski, T.R. Penha, and S.C. Ozaki. – Текст : непосредственный // BioResearch Open Access. – Feb. 2013. – P. 55–60.
- 3.31. Сергеев, О. В. Синтетические пептидные вакцины / О.В. Сергеев, И.Ф. Баринский ; Институт вирусологии им. Д.И. Ивановского ФГБУ «Федеральный научно-исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. почетного академика Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России. – Текст : непосредственный // Вопросы вирусологии. – 2016. – № 61(1). – С. 5–8.

- 3.32. Мельников, В.Л. Вакцины, вакцинопрофилактика : учеб. пособие / В.Л. Мельников, Н.Н. Митрофанова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – 76 с. – Текст : непосредственный.
- 3.33. Fenner's Veterinary Virology. – 5th ed. – Academic Press, 2016. – P. 189–216. – Текст : непосредственный
- 3.34. Tema, A. Review on Status of Animal Biotechnology and Options for Improving Animal Production in Developing Countries / A. Tema. – Текст : непосредственный // Journal of Biology, Agriculture and Healthcare. – 2015. – Vol. 38(5). – P. 21–31.
- 3.35. Регулирование обращения аутогенных вакцин для ветеринарного применения. – Текст : электронный // Фармпром. – 12.10.2020. – URL: <https://pharmprom.ru/regulirovanie-obrashheniya-autogennykh-vakcin-dlya-veterinarnogo-primeneniya/> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.36. Autogenous Vaccines Market. – Текст : электронный // Persistence Market Research. – 2020. – URL: <https://www.persistencemarketresearch.com/market-research/autogenous-vaccines-market.asp> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.37. Анализ рынка ветеринарных вакцин в России. – Текст : электронный // РБК. – 2018 – URL: <https://marketing.rbc.ru/research/39534/> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.38. Livestock Vaccines Market – Growth, Trends, Covid-19 Impact, and Forecasts (2021–2026). – Текст : электронный // Mordor Intelligence. – URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/livestock-vaccines> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.39. Antimicrobial Resistance. – Текст : электронный // World Health Organization : официальный сайт. – URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.40. Categorisation of Antibiotics Used in Animals Promotes Responsible Use to Protect Public and Animal Health. – Текст : электронный // European Medicines Agency : официальный сайт. – URL: <https://www.ema.europa.eu/en/news/categorisation-antibiotics-used-animals-promotes-responsible-use-protect-public-animal-health> (дата обращения: 04.08.2021).

- 3.41. Россельхознадзор предлагает регламентировать использование антибиотиков в животноводстве. – Текст : электронный // ТАСС. – 09.01.2020. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/7486167> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.42. Ефименко, Т.А. Бактериальные продуценты антибиотиков, активных в отношении микроорганизмов с лекарственной устойчивостью : специальность 14.03.07 : дис. ... канд. биол. наук. – Москва, 2018. – 140 с. – Текст : непосредственный.
- 3.43. Нифонтова, В.В. Получение бактериофагов и их применение в ветеринарии / В.В. Нифонтова, Е.О. Чугунова. – Текст : непосредственный // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2015. – № 2. – С. 54–59.
- 3.44. Pathway Intermediates Introduced the PROPER Solution to AGP Alternatives. – Текст : электронный // Pathway Intermediates. – URL: http://www.pathway-intermediates.com/sub/news_view.asp?id=48 (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.45. Бактериофаг уничтожает болезнетворную бактерию. – Текст : электронный // Бактериофаги. – URL: <https://www.bacteriophage.ru/> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.46. Yutaka, U. Effect of Probiotics/Prebiotics on Cattle Health and Productivity / U. Yutaka, Sh. Suguru, Sh. Takeshi. – Текст : непосредственный // Microbes Environ. – 2015. – Jun. – Vol. 30(2). – P. 126–132.
- 3.47. Bajagai, Y.S. Probiotics in Animal Nutrition : Production, Impact and Regulation / Y.S. Bajagai, A.V. Klieve; P.J. Dart, W.L. Bryden. – Текст : непосредственный // FAO Animal Production and Health Paper. – 2016. – Paper No. 179.
- 3.48. Mingmongkolchai, S. Bacillus Probiotics : an Alternative to Antibiotics for Livestock Production / S. Mingmongkolchai, W. Panbangred. – Текст : непосредственный // Journal of Applied Microbiology. – 2018. – Vol. 124. – P. 1334–1346.
- 3.49. Ушакова, Н.А. Новое поколение пробиотических препаратов кормового значения / Н.А. Ушакова, Р.В. Некрасов, В.Г. Правдин, Л.З. Кравцова, О.И. Бобровская, Д.С. Павлов. – Текст : непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 1 – С. 184–192.

- 3.50. Сеин, О.Б. Нанокапсулированные пробиотики : практические аспекты применения в животноводстве и ветеринарной медицине / О.Б. Сеин, Д.В. Трубников, А.А. Кролевец, В.А. Челноков, К.А. Толмачев. – Текст : непосредственный // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3. – С. 57–59.
- 3.51. Probiotics in Animal Feed Market by Livestock (Poultry, Ruminants, Swine, Aquaculture, Pets), Source (Bacteria [Lactobacilli, Streptococcus Thermophilus, Bifidobacteria] and Yeast & Fungi), Form (Dry and Liquid), and Region – Global Forecast to 2025. – Текст : электронный // Markets and Markets. – 2018. – URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/probiotics-animal-feed-market-85832335.html> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.52. Габибов, А.Г. Перспективы создания отечественных генно-инженерных препаратов для медицины. Растан – первый отечественный рекомбинантным гормон роста человека / А.Г. Габибов, Н.А. Пономаренко, И.И. Воробьев, Д.И. Баирамашвили, В.Д. Кнорре, А.М. Шустер, В.А. Мартьянов, И.К. Крылов, В.А. Бурмистров, И.И. Дедов, А.И. Мирошников. – Текст : непосредственный // Проблемы эндокринологии. – 2007. – № 53(2). – С. 19–24.
- 3.53. Fesseha, H. Recombinant Bovine Somatotropin and Its Role in Dairy Production: A Review / H. Fesseha, S. Aliye, T. Kifle. – Текст : электронный // Theriogenology Insight. – 2019. – Vol. 9(3). – URL: https://www.researchgate.net/publication/340819355_Recombinant_Bovine_Somatotropin_and_its_Role_in_Dairy_Production_A_Review (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.54. Pech-Cervantes, A. Recombinant Technologies to Improve Ruminant Production Systems: The Past, Present and Future / A. Pech-Cervantes, M. Irfan, Z.M. Estrada-Reyes, I. Ogunade. – Текст : непосредственный // Processes. – 2020. – Vol. 8(12). – P. 1633.
- 3.55. Recombinant Bovine Growth Hormone. – Текст : электронный // American Cancer Society. – URL: <https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/recombinant-bovine-growth-hormone.html> (дата обращения: 04.08.2021).

- 3.56. ГК «Фармасинтез» реализует в Тюмени глобальный проект по производству гормональных препаратов. – Текст : электронный // Фармасинтез. – 12.12. 2017. – URL: [https://pharmasyntez.com/press-center/news/gk-farmasyntez-realizuet-v-tyumeni-globalnyy-proekt-po-proizvodstvu-gormonalnykh-preparatov-/](https://pharmasyntez.com/press-center/news/gk-farmasyntez-realizuet-v-tyumeni-globalnyy-proekt-po-proizvodstvu-gormonalnykh-preparatov/) (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.57. Mineral Fertilizers Market Size, Share And Industry Analysis by Type (Nitrogen, Phosphate, Potash, Other), by Application (Seed Treatment, Soil Treatment, Root Dipping, Others), by Application Method (Foliar Spray, Fertigation, Drop Spreading/ Placement, Broadcasting) and Region, Segment Forecasts to 2027. – Текст : электронный // Reports and Data). – URL: <https://www.reportsanddata.com/report-detail/mineral-fertilizers-market> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.58. Рынок минеральных удобрений. – Текст : электронный // Тематическое приложение к ежедневной деловой газете РБК. – 2017. – 24 окт. – № 181(2678). URL: <https://plus.rbc.ru/news/59ee201c7a8aa9097c7f41c2> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.59. Афанасьев, С.В. Азотные удобрения пролонгированного действия / С.В. Афанасьев, Ю.Н. Шевченко, М.В. Кравцова. – Текст : электронный // Химическая техника. – 2017. – № 9. – URL: <https://chemtech.ru/azotnye-udobrenija-prolongirovannogo-dejstvija/> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.60. Проект руководящего документа по комплексному устойчивому управлению азотом Экономического и Социального Совета ООН от 17–18 декабря 2020 г. – URL: https://unesce.org/fileadmin/DAM/env/documents/2020/AIR/EB/ECE_EB.AIR_2020_6-2008239R.pdf (дата обращения: 04.08.2021). – Текст : электронный.
- 3.61. Ye, L. Bio-organic Fertilizer with Reduced Rates of Chemical Fertilization Improves Soil Fertility and Enhances Tomato Yield and Quality / L. Ye, X. Zhao, E. Bao et al. – Текст : непосредственный // Scientific Reports. – 2020. – Vol. 10. – Art. No. 177.
- 3.62. Pizarro-Tobias, P. Plant Growth-Stimulating Rhizobacteria Capable of Producing L-Amino Acids / P. Pizarro-Tobias,

- J.-L. Ramos, E. Duque, A. Roca. – Текст : непосредственный // *Environmental Microbiology Reports*. – 2020. – Dec. – Vol. 12. – Issue 6. – P. 667–671.
- 3.63. Wang, J. Genetic Engineering of *Escherichia coli* to Enhance Production of L-tryptophan / J. Wang, L.K. Cheng, J. Wang, Q. Liu, T. Shen, N. Chen. – Текст : непосредственный // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2013. – Sep. – Vol. 97(17). P. 7587–7596.
- 3.64. Stamenkovic, S. Microbial fertilizers: A comprehensive review of current findings and future perspectives / S. Stamenkovic, V. Beškoski, I. Karabegovic Stanisavljevic, M. Lazic, N. Nikolic. – Текст : электронный // *Spanish Journal of Agricultural Research*. – 2008. – March. – URL: <https://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/12117/3917> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.65. Global Biofertilizers Market by Form (Liquid, Carrier-based), Mode of Application (Soil Treatment, Seed Treatment), Type (Nitrogen-fixing, Phosphate Solubilizing & Mobilizing, Potash Solubilizing & Mobilizing), Crop Type, and Region – Forecast to 2026. – Текст : электронный // *Research and Markets*. – 2021. – URL: https://www.researchandmarkets.com/reports/5130120/biofertilizers-market-by-form-liquid-carrier?utm_source=dynamic&utm_medium=GNOM&utm_code=tqnt96&utm_campaign=1320628+-+World+Biofertilizers+Market+Report+2019-2025%3a+%243.8B+Opportunity+Outlook+with+an+Overview+of+the+Competitive+Landscape&utm_exec=joca220gnomd (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.66. Патент РФ от 20 августа 2016 г. № 2595143С1 «Реактор для аэробной ферментации биомассы» / Щеклеин С.Е., Попов А.И. и др. – URL: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/42177> (дата обращения: 04.08.2021). – Текст : электронный.
- 3.67. Зинченко, М.Г. Технология переработки твердых бытовых отходов и осадков сточных вод в органоминеральные удобрения / М.Г. Зинченко, В.П. Шапорев. – Текст : непосредственный // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. – 2014. – № 3. – С. 149–152.

- 3.68. Биогазовая станция «Тимохово» будет перерабатывать до 200 тыс. тонн отходов в год. – Текст : электронный // Правительство Московской области : официальный сайт. – 05.06.2020. – URL: <https://mosreg.ru/sobytiya/novosti/organy/ministerstvo-energetiki/biogazovaya-stanciya-timokhovo-budet-pererabatyvat-do-200-tys-tonn-otkhodov-v-god> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.69. Encouraging Innovation in Biopesticide Development. – Текст : электронный // European Commission : официальный сайт. – 18.12.2008. – URL: <https://web.archive.org/web/20120515143828/http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/134na5.pdf> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.70. Национальный стандарт Российской Федерации от 7 января 2016 г. ГОСТ Р 56694-2015 «Возобновляемые источники сырья. Сельскохозяйственные ресурсы. Термины и определения». – Текст : электронный // Гарант. – URL: <https://base.garant.ru/71404436/> (дата обращения: 03.08.2021).
- 3.71. Biopesticides Market by Type (Bioinsecticides, Biofungicides, Bionematicides, and Bioherbicides), Source (Microbials, Biochemicals, and Beneficial Insects), Mode of Application, Formulation, Crop Application, and Region – Global Forecast to 2025. – Текст : электронный // Markets and Markets. – 2020. – URL: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biopesticides-267.html?gclid=EAlaIqobChMIs6nsI9SM8AIVzwN7Ch0x1AvhEAAAYASAAEgJnNfD_BwE (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.72. Биопестициды: тенденции, прогнозы и перспективы (продолжение). – Текст : электронный // Агрэкомиссия. – 05.03.2020. – URL: <https://agriecomission.com/base/biopesticity-tendencii-prognozy-i-perspektivy-prodoljenie> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.73. Макаров, С.А. Технология заготовки и способы хранения консервированных кормов / С.А. Макаров. – Текст : электронный // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 3(45). – Ч. 3. – URL: <https://research-journal>.

- org/agriculture/tehnologiya-zagotovki-i-sposoby-zhivleniya-konservirovannykh-kormov/ (дата обращения: 03.08.2021).
- 3.74. Марченко, А.Ю. Биоконсерванты – способ повышения качества сенажа из люцерны / А.Ю. Марченко, Н.Н. Забашта, Е.Н. Головок. – Текст : электронный // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2016. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biokonservanty-sposob-povysheniya-kachestva-senazha-iz-lyutsemyu/viewer> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.75. Silage Additives Market – Growth, Trends, Covid-19 Impact, and Forecasts (2021–2026). – Текст : электронный // Mordor Intelligence. – 2020. – URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-silage-additives-market-industry> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.76. Cattle Feed Market Size, Share & Trends Analysis Report by Ingredients (Wheat, Corn, Additives), By Application (Dairy, Beef), by Region (North America, Asia Pacific), and Segment Forecasts, 2020–2027. – Текст : электронный // Grand View Research. – 2020. – URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/cattle-feed-market> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.77. Натынчик, Т.М. Новые технологии в кормлении крупного рогатого скота / Т.М. Натынчик, В.О. Лемешевский. – Текст : непосредственный // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. – 2014. – № 1. – С. 34–37.
- 3.78. Галиев, Б.Х. Влияние кавитационной обработки на химический состав, питательность и переваримость сухого вещества концентрированных кормов / Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, А.С. Байков, И.С. Мирошников, В.И. Корнейченко. – Текст : непосредственный // Вестник мясного скотоводства. – 2017. – № 4. – С. 190–197.
- 3.79. Lely Vector : Автоматическое кормление готово для вас : сайт. – URL: <https://www.lely.com/ru/solutions/feeding/vector/> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.80. Lely Unveils New Voyager Robotic Fencer for Automated Grazing Control. – Текст : электронный // Farmers Weekly. – April

2007. – URL: <https://www.fwi.co.uk/livestock/dairy/lely-unveils-new-voyager-robotic-fencer-for-automated-grazing-control> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.81. Робот для перегона скота от Cargill. – Текст : электронный // Crispy News. – 18.02.2018. – URL: <https://crispy.news/2019/02/18/technology/robot-dlja-peregona-skota-ot-cargill/> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.82. Feeding Systems Market by Offering (Hardware, Software, Service), System Type (Rail Guided System, Conveyor Belt System, Self-Propelled System), Application (Dairy Farm, Poultry Farm, Swine Farm, Equine Farm), Region – Global Forecast to 2023. – Текст : электронный // Markets and Markets. – 2017. – URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/feeding-system-market-102235948.html> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.83. Milking Robots Market Size, Share & Trends Analysis Report by Type of System (Single-stall, Multi-stall, Rotary System), by Herd Size (Up to 100, Between 100-1,000, Above 1,000), and Segment Forecasts, 2018–2025. – Текст : электронный // Grand View Research. – 2018. – URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/milking-robots-market> (дата обращения: 04.08.2021).
- 3.84. Livestock Monitoring Market with COVID-19 Impact Analysis by Offering, Livestock Type, Application (Milk Harvesting, Feeding, Breeding, Behavior Monitoring & Control), Farm Size, Application, Geography - Global Forecast to 2026. – Текст : электронный // Markets and Markets. – March 2021. – URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/livestock-monitoring-market-72634532.html> (дата обращения: 04.08.2021).

Раздел 4

- 4.1. Гордеев, А.В. Приоритетный национальный проект «Развитие АПК»: итоги реализации в 2006 году / А.В. Гордеев. – Текст : электронный // Аграрный вестник Урала. – 2007. – № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prioritetnyy->

- natsionalnyy-proekt-razvitie-apk-itogi-realizatsii-v-2006-godu (дата обращения: 03.06.2021).
- 4.2. Frequently Asked Questions : Patents Basics. – Текст : электронный // WIPO : официальный сайт. – URL: https://www.wipo.int/patents/en/faq_patents.html (дата обращения: 14.05.2021)
 - 4.3. Different Types of Patents. – Текст : электронный // The Lens : Support Center. – 07.01.2017. – URL: <https://support.lens.org/help-resources/patents/different-types-of-patents/> (дата обращения: 14.05.2021).
 - 4.4. Trippe, A. Guidelines for Preparing Patent Landscape Reports / A. Trippe. – WIPO, 2015. – 26 p. – Текст непосредственный.
 - 4.5. The Lens – Search, Analyze and Manage Patent and Scholarly Data : сайт. – URL: <https://www.lens.org> (дата обращения: 30.04.2021). – Текст : электронный.
 - 4.6. PCT теперь насчитывает 153 Договаривающихся государства. – Текст : электронный // WIPO : официальный сайт. – URL https://www.wipo.int/pct/ru/pct_contracting_states.html (дата обращения: 18.05.2021).
 - 4.7. International Patent Classification (IPC). – Текст : электронный // WIPO : официальный сайт. – URL: <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/> (дата обращения: 14.05.2021).
 - 4.8. Cooperative Patent Classification / European Patent Office / United States Patent and Trademark Office : официальный сайт. – URL: <https://www.cooperativepatentclassification.org/index> (дата обращения: 14.05.2021). – Текст : электронный.
 - 4.9. Majority of EU Nations Seek Opt-out from Growing GM Crops. – Текст : электронный // Reuters. – 04.10.2015. – URL: <https://www.reuters.com/article/eu-gmo-opt-out-idUSL6N0M01F620151004> (дата обращения: 02.06.2021).



Уважаемые читатели!

Издательство «Спутник+»
предлагает:

- 📖 **ИЗДАНИЕ И ПЕЧАТЬ МОНОГРАФИЙ, КНИГ** любыми тиражами (от 50 экз.).
 - ✓ Срок - от 3-х дней в полноцветной и простой обложке или твердом переплете.
 - ✓ Присвоение ISBN, рассылка по библиотекам и регистрация в Книжной палате.
 - ✓ Оказываем помощь в реализации книжной продукции.
 - 📖 **ПУБЛИКАЦИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ** для защиты диссертаций в журналах по гуманитарным, естественным и техническим наукам.
 - ✓ Журнал «Естественные и технические науки» входит в перечень ВАК.
 - 📖 **ПРОВЕДЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАОЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ** по всем научным направлениям для аспирантов, соискателей, докторантов и научных работников.
 - 📖 **ПУБЛИКАЦИЯ СТИХОВ И ПРОЗЫ** в журналах «Российская литература», «Литературный альманах «Спутник» и «Литературная столица».
- + Набор, верстка, корректура и редакция текстов.
+ Печать авторефератов, переплет диссертаций (от 1 часа).
- Переплетные работы, тиснение, полноцветная цифровая печать.

Наш адрес: Москва, 109428, Рязанский проспект, д. 8А
тел. (495) 730-47-74, 778-45-60, 730-48-71 с 9 до 18 (обед с 14 до 15)
http://www.sputnikplus.ru e-mail: print@sputnikplus.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МЯСНОГО И МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД

**Руководитель авторского коллектива
и ответственный редактор: И.Г. Дежина**

Издательство «Спутник +»

109428, Москва, Рязанский проспект, д. 8А.

Тел.: (495) 730-47-74, 778-45-60 (с 9.00 до 18.00)

<http://www.sputnikplus.ru> E-mail: print@sputnikplus.ru

Подписано в печать 29.12.2021. Формат 60×90/16.

Бумага офсетная. Усл. печ. л. 14,63. Тираж 200 экз. Заказ 483.

Отпечатано в ООО «Издательство «Спутник +»