

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ

<https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2025-4-7>

УДК 338.432

JEL Q10, Q16



A. И. Сутыгина a), Т.Н. Тополева b)

a, б) Удмуртский филиал Института экономики УрО РАН, г. Ижевск, Российская Федерация

Факторы развития молочного скотоводства региона в условиях цифровой и биологической трансформации аграрного производства¹

Аннотация. Для аграрного сектора экономики Удмуртской Республики приоритетным является развитие молочного скотоводства. В настоящее время успешное функционирование отрасли основано на применении прорывных инноваций. Цель исследования заключается в оценке влияния внедрения биологических и цифровых технологий на развитие молочного скотоводства региона. Основным методом исследования является корреляционный анализ. В работе проанализированы данные органов статистики и Министерства сельского хозяйства (МСХ) Удмуртской Республики, характеризующие развитие молочного скотоводства и проводимую в регионе селекционно-генетическую работу. Цифровая трансформация животноводства основана на автоматизации и роботизации производственных процессов. Геномная селекция базируется на результатах геномной оценки племенной ценности животных. Она позволяет программировать качество приплода по признакам родителей и оценить племенную ценность молодняка сразу после рождения по показателям, характеризующим продуктивность, долголетие, здоровье и fertильность животных. В настоящее время геномную оценку проходят только племенные животные, поэтому отмечается очень высокая связь между численностью племенных коров и средним надоем молока на корову. Установлено, что селекционно-генетическая работа, основанная на биологических инновациях, предопределяет более высокие темпы роста молочной продуктивности коров. Сложилась очень высокая связь между молочной продуктивностью коров и средним возрастом их производственного использования, а также расходом кормов на одну голову. С ростом надоя молока на одну корову возраст их производственного использования сокращается при увеличении расхода кормов на одну голову, однако затраты кормов на производство одного центнера молока снижаются. В статье даны рекомендации по развитию геномной селекции в молочном скотоводстве республики. Полученные результаты исследования могут быть использованы МСХ Удмуртской Республики в практической работе при совершенствовании селекционно-генетической работы в молочном скотоводстве региона и при выборе селекционных признаков для геномной оценки животных.

Ключевые слова: цифровая трансформация агропроизводства, молочное скотоводство, инновации, биотрансформация воспроизводства стада, селекционно-генетическая работа, геномная селекция, геномная оценка животных, цифровые технологии в животноводстве

Благодарность: Статья подготовлена в соответствии с госзаданием Института экономики УрО РАН на 2024–2026 гг.

Для цитирования: Сутыгина, А.И., Тополева, Т.Н. (2025). Факторы развития молочного скотоводства региона в условиях цифровой и биологической трансформации аграрного производства. Экономика региона, 21(4), 1016-1030. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2025-4-7>

¹ © Сутыгина А. И., Тополева Т. Н. Текст. 2025.

RESEARCH ARTICLE

Alevtina I. Sutygina  ^{a)}, Tatiana N. Topoleva  ^{b)}^{a,b)} Udmurt Branch of the Institute of Economics of the Ural Branch of RAS, Izhevsk, Russian Federation

Dairy Farming Development in Udmurtia, Russia: Digital and Biological Transformation

Abstract. Dairy cattle breeding is a priority for the Udmurt Republic (Russia), as future growth depends on the adoption of breakthrough innovations. This study assesses the impact of digital and biological technologies on regional dairy farming. The analysis draws on correlation methods and data from statistical agencies and the regional Ministry of Agriculture, reflecting dairy production and related breeding and genetic activities. Digital transformation in livestock farming is driven by automation and robotization, while genomic selection relies on evaluating animals' breeding value. This approach allows forecasting offspring quality from parental traits and assessing the breeding value of newborn animals based on productivity, longevity, health, and fertility. Currently, genomic evaluation is applied only to breeding animals, which explains the strong correlation between the number of breeding cows and average milk yield per cow. The findings indicate that biologically driven breeding and genetic work accelerate milk productivity growth. Milk yield is strongly linked to cows' productive lifespan and feed consumption: as yield per cow increases, productive lifespan tends to shorten, and feed consumption rises, although feed cost per centner of milk decreases. The article provides recommendations for advancing genomic selection in regional dairy farming, offering guidance for policymakers and practitioners to improve breeding practices and trait selection.

Keywords: digital transformation of agricultural production, dairy farming, innovations, bio-transformation of herd reproduction, selection and genetic work, genomic selection, genomic assessment of animals, digital technologies in animal husbandry

Acknowledgments: This article was prepared in accordance with the state assignment of the Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, for 2024–2026.

For citation: Sutygina, A.I., & Topoleva, T.N. (2025). Dairy Farming Development in Udmurtia, Russia: Digital and Biological Transformation. *Ekonomika regiona / Economy of regions*, 21(4), 1016–1030. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2025-4-7>

Введение

Успешность функционирования отраслей сельского хозяйства во многом определяется их устойчивостью, т. е. способностью противостоять потрясениям, восстанавливаться после негативного воздействия и адаптироваться к изменившимся условиям внешней среды. Основой их формирования являются инновации. В сельском хозяйстве инновации связаны с внедрением новшеств в практическую деятельность. Это позволяет использовать в производстве новые или усовершенствованные технологии, высокоурожайные и устойчивые к неблагоприятным погодным условиям сорта семян сельскохозяйственных (СХ) культур, высокопродуктивные породы животных. Кроме того, инновации включают в себя улучшение методов обработки почвы, заготовки кормов, содержания, кормления и доения животных, организацию труда работников.

В условиях неоиндустриального императива экономического роста внедрение прорывных инноваций в сельском хозяйстве основано на применении цифровых и биологических технологий, а также геоинформационных решений.

Следует отметить, что в большинстве сельскохозяйственных организаций (СХО) одновременно используются различные технологии и осуществляется внедрение разных видов инноваций, при этом уровень использования современных технологий зависит от инвестиционного потенциала хозяйствующего субъекта. Поэтому чаще всего внедряются не передовые разработки, а только те, которые имеют массовое применение в странах с развитым сельским хозяйством, что не обеспечивает прорывного развития отечественного аграрного сектора. Это ярко демонстрирует достигнутый уровень урожайности СХ культур и продуктивности животных. Удмуртия является регионом с развитым молочным скотоводством, где производство молока сосредоточено в СХО. Анализ динамики роста молочной продуктивности коров в СХО республики свидетельствует о взаимосвязи породного состава дойного стада и надоя молока на одну корову (табл. 1).

В первой половине XX в. в Удмуртской Республике (УР) молочная продуктивность коров была крайне низкой, и во второй половине столетия темпы ее роста оставались низкими. Благодаря внедрению биотехнологий

Таблица 1

**Динамика удельного веса породных коров и производства молока
в сельскохозяйственных организациях Удмуртской Республики**

Table 1

Dynamics of the Specific Weight of Pedigreed Cows and Milk Yield Per Cow in Udmurtia's Agricultural Organizations

Год	Численность поголовья породных коров на начало года		Плановые породы крупного рогатого скота	Надой молока на одну корову, кг	Валовое производство молока всего, тыс. т
	всего, тыс. гол.	удельный вес в общей численности, %			
1940	4,0	11,5	Холмогорская и швицкая	792	30,7
1955	22,7	36,0	Холмогорская и швицкая	1065	71,9
1960	39,8	50,0	Холмогорская, швицкая и тагильская	2024	187,8
1964	105,1	79,2	Холмогорская, швицкая и тагильская	1485	207,6
1969	152,8	100,0	Холмогорская, швицкая и тагильская	2059	320,2
1974	175,6	100,0	Холмогорская, швицкая, тагильская, красная эстонская, черно-пестрая	2373	422,2
1980	196,8	100,0	Холмогорская, швицкая, тагильская, красная эстонская, черно-пестрая	2175	430,1
1985	204,4	100,0	Холмогорская, швицкая, тагильская, красная эстонская, черно-пестрая	2178	448,3
1990	195,6	100,0	Черно-пестрая и холмогорская	2692	525,1
1995	165,8	100,0	Черно-пестрая и холмогорская	2445	405,3
2000	136,0	100,0	Черно-пестрая и холмогорская	2617	345,7
2005	127,6	100,0	Черно-пестрая и холмогорская	3611	434,6
2010	111,4	100,0	Черно-пестрая и холмогорская	4626	499,9
2015	106,5	100,0	Черно-пестрая и холмогорская	5635	589,4
2020	108,1	100,0	Черно-пестрая, холмогорская и голштинская	7029	749,4
2021	107,7	100,0	Голштинская, черно-пестрая и холмогорская	7353	792,1
2022	109,5	100,0	Голштинская, черно-пестрая и холмогорская	7777	829,3
2023	109,0	100,0	Голштинская, черно-пестрая и холмогорская	8239	901,6

Источник: составлено авторами по: Гоголев, М. В., Сутыгина, А. И., Загуменнов, В. Г. и др. (Ред.) (2002). Животноводство Удмуртии: история, состояние и проблемы развития. Екатеринбург-Ижевск: Институт экономики УрО РАН, 186; Сельское хозяйство Удмуртской Республики. Стат. сб. (2024). Удмуртстат. Ижевск, 120.

гий в воспроизводство стада и селекционно-генетической работе наряду с автоматизацией и роботизацией производственных процессов, надой молока на одну корову в XXI в. вырос в 3,1 раза и в 2023 г. составил 8 239 кг.

Цель исследования заключается в оценке влияния внедрения биологических и цифровых технологий на развитие молочного скотоводства региона.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: определены особенности инновационного развития молочного скотоводства в условиях неиндустриальной трансформации аграрного производства; обоснованы приоритеты региональной аграрной политики стимулирования инновационного развития молочного скотоводства; проведена оценка влияния биологических инноваций на развитие молочного скотоводства

в регионе; выявлены внешние и внутренние факторы, действующие на процессы цифровой трансформации молочного скотоводства; разработаны практические рекомендации по развитию геномной селекции в УР.

Гипотеза исследования состоит в предположении, что перспективы развития молочного скотоводства региона определяются преимуществами, обусловленными уровнем внедрения биологических и цифровых инноваций в сельскохозяйственное производство.

В целях комплексного исследования состояния и тенденций инновационного развития молочного скотоводства региона в работе использованы монографический, абстрактно-логический и аналитический методы, а также методы сравнения, интерпретации, графической визуализации. Для оценки влияния биологических инноваций на рост молочной про-

дуктивности коров использован метод корреляционно анализа, что позволило определить связь надоя молока на одну корову с показателями, характеризующими геномную племенную ценность животных.

Новизна исследования заключается в идентификации и анализе ключевых задач повышения результативности аграрного производства в условиях внедрения цифровых и биологических технологий, а также в разработке практических рекомендаций по развитию геномной селекции крупного рогатого скота в УР.

Обзор литературы

В процессе генезиса научных знаний проблематика факторов развития сельского хозяйства получила широкое отображение в работах зарубежных и отечественных авторов. Представители классической и неоклассической политэкономии подчеркивали важность перехода от экстенсивных к интенсивным методам ведения аграрного производства. Например, А. Маршалл в работе «Принципы экономической науки» (Маршалл, 1993) отмечал, что совершенствование аграрной техники является фактором повышения производственной эффективности. Основоположник теории инноваций Й. Шумпетер позиционировал инновации не только как новые товары и технологии, но и как освоение новых рынков, открытие источников сырья, организацию новых производств (Шумпетер, 2005), что в полной мере проецировалось на сферу сельскохозяйственного производства.

Во второй половине XX в. необходимость интенсивного развития сельскохозяйственного производства рассматривались в работах многих российских исследователей. В частности, особое внимание уделялось вопросам модернизации материально-технической базы, использования минеральных удобрений, новых технологий в растениеводстве и животноводстве (Василенко, 1964; Курцев, 1978; Новоселов, 1984). В дальнейшем эти задачи модернизации были возведены в ранг государственной аграрной политики страны.

Со второй половины XX в. остро обозначились проблемы возрастания общественных потребностей и потребления, перспектив исчерпаемости ресурсного потенциала цивилизации. В этих условиях сформировалась концепция устойчивого развития. В последние годы аспекты устойчивости применительно к развитию сельскохозяйственного производства получили комплексное обоснование в большом блоке научных работ таких россий-

ских авторов, как А.И. Алтухов, И.Г. Ушачев, А.Ф. Серков, А.Н. Семин и других. Ученые сходятся во мнении, что устойчивое развитие обусловлено поступательным обновлением отрасли в части технико-технологической модернизации, создания благоприятных социальных условий на сельских территориях, что в целом способствует росту производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия до уровня, соотносимого с продовольственной независимостью страны (Алтухов, 2013; Ушачев и др., 2018; Семин и др., 2024).

Многолетняя ориентация отечественного сельского хозяйства на догоняющую модель внедрения инноваций требует пересмотра (Орлова, 2020). Технологическое отставание в аграрном секторе экономики любого национального государства ставит страну в положение не только догоняющего, но и зависимого от импорта продовольствия.

Метаанализ, проведенный зарубежными исследователями, также подтверждает связь устойчивости сельского хозяйства с использованием новых технологий (Boros et al., 2025).

В сельском хозяйстве начался новый этап развития технологий, который получил название Agriculture 4.0. Инновационное развитие в рамках данной концепции основано на «умных» технологических решениях, включая робототехнику, интернет вещей, биотехнологии, интегрированные решения для земледелия и т. д.

В настоящее время по уровню внедрения интеллектуальных и биотехнологий в аграрное производство Россия существенно отстает от развитых стран мира (Жукова, Улезько, 2021), при этом опыт успешных сельскохозяйственных организаций и агрохолдингов свидетельствует, что внедрение цифровых технологий становится важнейшим фактором устойчивого развития (Суровцев, 2022).

В то же время цифровая трансформация несет определенные риски. Так, кибератаки приводят к несанкционированному доступу к корпоративной информации, могут нарушать работу сельскохозяйственных предприятий (сбои в работе роботизированной техники, беспилотных авиационных систем и др.). Применительно к технологиям искусственного интеллекта для нивелирования негативных последствий особенно важна поддержка, направляющая и регулирующая роль государства на всех уровнях управления (Семин, Скворцов, 2024).

Необходимость обеспечения собственными семенами и отечественным племенным материалом долгие годы оставалась проблемой для российского аграрного сектора. В настоя-

щее время ситуация меняется. Практическая реализация биологической трансформации связана с исследованиями в области селекционно-генетических, молекулярно-биологических, клеточных технологий в растениеводстве и животноводстве (Симаков и др., 2023; Дежина и др., 2022). Так, развитие технологий генотипирования для различных видов и пород животных способствовало созданию микрочипов, позволяющих одновременно идентифицировать огромное количество ДНК-маркеров. Эксперты оценивают технологию микрочипирования как перспективную для селекции. При этом стоит проблема удешевления технологий в интересах их массового использования. Также необходим генетический учет на уровне государства и национальный индекс племенной ценности пород (Криворучко и др., 2021).

Нерешенным вопросом в продовольственном обеспечении населения страны остается низкий показатель самообеспечения России молоком, уровень которого в 2023 г. составил всего 86,0 %. Ключевым фактором увеличения производства молока является рост молочной производительности коров. В условиях санкций сложно решить данную проблему за счет импорта племенного материала (Закшевский и др., 2023).

В связи с этим крайне важно генетическое совершенствование отечественного стада. Улучшение наследственных характеристик сельскохозяйственных животных в целях повышения их продуктивности в странах с развитым животноводством осуществляется с использованием методов генотипирования. Это позволяет сократить время достижения необходимых качеств животных (Цыганок и др., 2024).

Удмуртия стала первым регионом России, где начала развиваться геномная селекция крупного рогатого скота (КРС) и был разработан первый индекс племенной ценности (ИПЦ) КРС. Однако необходим национальный ИПЦ животных. Это важно для укрепления позиций отечественных экспортёров племенного материала и сохранения российских пород сельскохозяйственных животных (Мымрин и др., 2014).

В настоящее время в России увеличивается численность КРС голштинской породы. Данная порода при высоких показателях надоя молока на одну корову имеет низкий уровень продуктивного долголетия (Келин и др., 2023). Кроме того, интенсификация производства приводит к снижению фертильности (оплодотворяемости) коров. Вследствие этого уменьшается поступление приплода телят (Сулыга и др., 2023), поэтому в настоящее время стоит задача увеличения количества признаков оценки здо-

вья, долголетия и фертильности при геномной оценке животных (Шарко и др., 2022).

Без увеличения срока хозяйственного использования коров сложно добиться роста численности высокопродуктивного дойного стада и эффективности производства молока. Однако на долголетие коров оказывают влияние не только генетические, но и технологические факторы. Автоматизация и роботизация производственных процессов способствуют увеличению как молочной продуктивности коров, так и их хозяйственного использования (Тихомиров и др., 2016).

В целом исследования подтверждают, что инновации в области биологической и цифровой трансформации повышают производительность и эффективность сельскохозяйственного производства.

Следует отметить, что цифровая трансформация аграрного производства — текущий процесс, результативность которого зависит как от комплекса факторов (природно-климатических, конъюнктурных, экономических, геополитических и др.), так и от сложности и интенсивности выстраиваемых множественных связей сельскохозяйственных товаропроизводителей. На современном этапе технологии больших данных и искусственный интеллект рассматриваются как перспективные в части роста производительности сельского хозяйства. На региональном уровне цифровой переход повышает результативность и эффективность производственных процессов, способствует повышению устойчивости не только аграрного сектора, но и региональных экономических систем в целом (Киварина, Юрина, 2024; Алексеев, 2023; Тополова, 2024).

Резюмируя литературный обзор, следует отметить, что при значительном объеме работ в области инновационной направленности в разрезе отдельных российских регионов недостаточно освещены вопросы цифровой и биологической трансформации аграрного производства. Так, практически отсутствуют эмпирические исследования по оценке влияния цифровых и биологических инноваций на результативные показатели развития сельского хозяйства регионов. Кроме того, недостаточно внимания уделено детализации реальных механизмов развития инновационных направлений с учетом региональной специфики. Обозначенные аспекты непосредственным образом повлияли на выбор темы, постановку цели и задач настоящего исследования.

Следует отметить, что в большей степени отсутствие публикаций о результатах внедре-

ния цифровых и биологических инноваций по регионам обусловлено недостатком соответствующей информации в разрезе субъектов Федерации. Органы статистики не осуществляют разработку этих показателей, что ограничивает возможности анализа и дальнейшей проработки соответствующих мероприятий по перспективным направлениям развития.

Результаты исследования

В Удмуртии, учитывая системообразующее значение молочного скотоводства для экономики республики, его развитие с 2001 г. признано приоритетным. В реализации регионального проекта «Устойчивое развитие молочного скотоводства» (проект) особое внимание уделяется инновационному развитию отрасли. На начальном этапе в основном внедрялись улучшающие инновации. При этом в УР велась активная селекционно-племенная работа (СПР), закупался племенной молодняк, включая импортный. За период реализации проекта число племенных хозяйств выросло с 14 до 40 предприятий. Это обувило увеличение поголовья племенных коров в республике (рис. 1) и реализации племенного молодняка товарным хозяйствам, что способствовало замене низкопродуктивного скота на животных с более высоким потенциалом молочной продуктивности.

Была внедрена информационно-аналитическая программа «СЕЛЭКС. Молочный скот». Это позволило автоматизировать зоотехнический и племенной учет, улучшить качество СПР.

Совершенствование разводимого в республике КРС черно-пестрой и холмогорской пород осуществлялось за счет использования племенного материала животных голштинской породы (Кудрин, 2011). Особенно активная голштинизация молочного стада началась в 2020 г.

Голштинская порода имеет потенциал молочной продуктивности более 10 тыс. кг с содержанием жира в молоке 3,8–4,0 % и белка 3,2–3,5 %. ГОСТ Р 52054–2023 «Молоко коровье сырье» базисная норма содержания жира в молоке установлена в размере 2,8 %, белка в зависимости от сорта 2,8–3,0 %.

На начало 2020 г. племенная база молочного скотоводства УР на 83% состояла из животных черно-пестрой породы и на 17 % – холмогорской. К 2023 г. из 40 племенных хозяйств 26 предприятий перешли на разведение голштинской породы. Уровень голштинизации поголовья КРС в Удмуртии составил более 90 %. В 2024 г. все племенные хозяйства содержали животных голштинской породы.

Следует отметить, что в начале реализации проекта Удмуртия занимала третье место по уровню молочной продуктивности коров в ПФО, уступая Кировской области и Татарстану. Однако с 2016 г. УР начала терять свои позиции, что свидетельствует о невозможности сохранения лидерства по продуктивности коров, используя только традиционные методы СПР. Для развития необходимы прорывные инновации.

В отрасли началось активное внедрение биотехнологий в воспроизводстве стада. Это ис-



Рис. 1. Динамика численности племенных коров и их удельного веса в общем поголовье дойного стада в сельскохозяйственных организациях Удмуртской Республики, на конец года (источник: составлено авторами по: Сельское хозяйство Удмуртской Республики. Стат. сб. (2019). Удмуртстат. Ижевск, 122; Сельское хозяйство Удмуртской Республики. Стат. сб. (2024). Удмуртстат. Ижевск, 120; Итоги работы отраслей племенного животноводства по Удмуртской Республике за 2023 г. https://udmapk.ru/upload/iblock/cc6/itogi_plem_2023_fea_soreshchanie_bonitirovka_29.02.2024.pdf (дата обращения: 14.09.2024))

Fig. 1. Dynamics of the Number of Breeding Cows and Their Share in the Total Number of Dairy cattle in Agricultural Organizations of the Udmurt Republic at the End of the Year

пользование сексированного семени и трансплантация эмбрионов. Сексирование семени, то есть сортировка по полу, дает возможность увеличить поступление приплода телочек свыше 90 %, снижая поступление бычков и затраты на их выращивание. Наиболее перспективным направлением повышения экономической эффективности воспроизведения скота является применение метода трансплантации сексированных эмбрионов. Эта технология позволяет получить от высокопродуктивных коров до 10 телят в год. Первый метод способствует быстрому увеличению численности коров, второй позволяет в кратчайшие сроки повысить надой молока в расчете на одну корову за счет замены низкопродуктивных животных высокопродуктивными. В УР оба метода активно применяются в экономически успешных хозяйствах.

В 2020 г. Удмуртия стала первым регионом в России, начавшим развивать геномную селекцию КРС. Был разработан проект «Геномное моделирование стада». Основной целью реализации проекта является увеличение производства молока в республике за счет повышения молочной продуктивности коров. В этих целях в республике началась геномная оценка племенной ценности животных.

Геномная селекция позволяет программировать качество приплода по признакам родителей и оценить племенную ценность животного сразу после его рождения. Для этого создается банк данных о фенотипах животных. Фенотипы — это признаки и свойства организма, которые поддаются учету и являются результатом действия генов и условий среды. В 2021 г. на базе данных Удмуртии ООО «Кситест» разработало первый в России ИПЦ животных, позволяющий определять экономическую эффективность каждого животного. Он используется в селекционной работе,

а также при оценке молодняка, предназначенного для продажи или воспроизводства собственного стада. У всех животных, прошедших геномную оценку, определяются потенциальная продуктивность, долголетие, здоровье и фертильность. С учетом генетической информации проводится осеменение коров. У телят после рождения методом геномной оценки определяют сохранение хозяйственно-полезных признаков. Животных, не отвечающих требуемым характеристикам, выбраковывают. Таким образом, осуществляется совершенствование стада крупного рогатого скота в республике.

С 2020 по 2023 г. молочная продуктивность коров в СХО Удмуртии увеличилась на 17,2 %, а валовой надой молока — на 20,4 % (рис. 2), при росте численности коров на 3,1 %. В 2023 г. в Удмуртии производство молока в хозяйствах всех категорий впервые составило более одного млн т.

Определение уровня влияния на молочную продуктивность коров (результативный признак) факторов, характеризующих геномную племенную ценность животных, проводилось методом корреляционного анализа, который является наиболее достоверным для оценки связи между факторными и результативными показателями. Расчеты проведены с использованием базового комплекта компьютерной программы Excel. Для исследования применены данные органов статистики и МСХ УР (табл. 2).

Выявлена очень высокая полиномиальная связь надоя молока на одну корову с численностью поголовья племенных коров ($\eta = 0,98$) и их удельным весом в общей численности дойного стада ($\eta = 0,99$).

Это объясняется тем, что только племенные животные проходят генотипирование. На основе геномной оценки осуществляется выбор

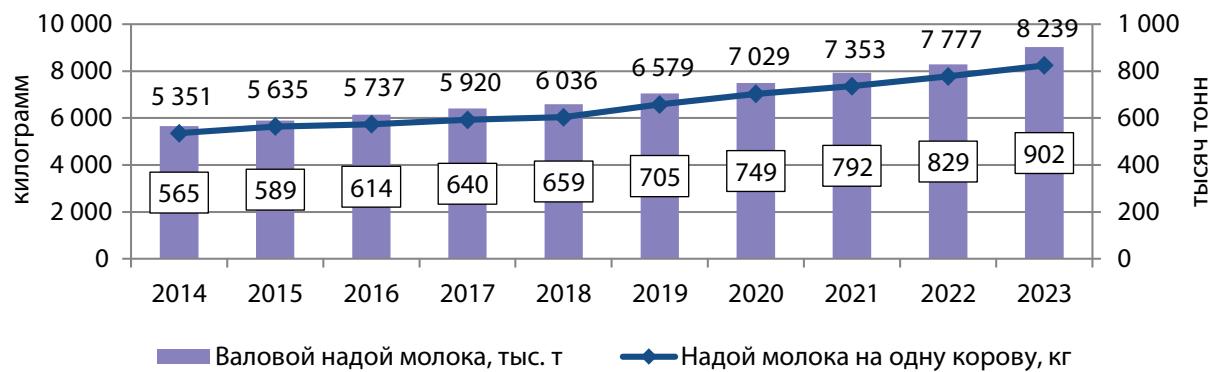


Рис. 2. Динамика молочной продуктивности коров и производства молока в сельскохозяйственных организациях Удмуртской Республики (источник: составлено авторами по: Сельское хозяйство Удмуртской Республики. Стат. сб. (2019). Удмуртстат. Ижевск, 122; Сельское хозяйство Удмуртской Республики. Стат. сб. (2024). Удмуртстат. Ижевск, 120)

Fig. 2. Dynamics of Milk Productivity of Cows and Milk Production in Agricultural Organizations of the Udmurt Republic

Таблица 2

Индикаторы влияния геномной племенной оценки коров на развитие молочного скотоводства в сельскохозяйственных организациях Удмуртской Республики

Table 2

Indicators of the Impact of Genomic Breeding Assessment on Dairy Cattle Development in Udmurtia's Agricultural Organizations

Год	Надой молока на одну корову, кг	Численность поголовья племенных коров, тыс. гол.	Удельный вес племенных коров в общей численности поголовья, %	Показатели, характеризующие геномную племенную ценность коров, — хозяйственно-полезные признаки				
				долголетие		здоровье		фертильность
				средний возраст выбытия коров из стада, отелов	средний возраст производственного использования коров, отелов	расход кормов на производство одного центнера молока, ц к. ед.	расход кормов на одну корову, ц к. ед.	выход приплода телят в расчёте на 100 коров, гол.
Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	
2014	5 351	27,7	26,0	3,5	2,90	0,90	58,16	79
2015	5 635	28,1	26,3	3,6	2,80	0,95	63,12	80
2016	5 737	31,7	29,6	3,7	2,82	0,95	63,22	81
2017	5 920	35,0	31,9	3,6	2,77	0,94	64,72	80
2018	6 036	34,7	31,9	3,6	2,71	1,09	71,60	79
2019	6 579	35,8	33,1	3,5	2,67	0,94	71,42	76
2020	7 029	36,4	33,8	3,5	2,58	0,95	75,15	77
2021	7 353	39,0	35,6	3,5	2,55	0,90	74,78	76
2022	7 777	39,8	36,5	3,4	2,45	0,87	75,02	78
2023	8 239	40,9	36,8	3,2	2,32	0,84	77,33	78
Коэффициент корреляции, r	0,92*	0,92*	-0,82*	-0,99*	-0,55	0,91*	-0,62	
Корреляционное отношение по полиноминальному тренду, η	0,98*	0,99*	0,82*	0,99*	0,74*	0,95*	0,67	
Сила связи корреляционного отношения по шкале Чеддока*	очень высокая	очень высокая	высокая	очень высокая	высокая	очень высокая	средняя	

Примечание: * коэффициент корреляции и корреляционные отношения достоверны при уровне значимости 0,95.

Источник: составлено и рассчитано авторами по: Сельское хозяйство Удмуртской Республики. Стат. сб. (2024). Удмуртстат. Ижевск, 120; Итоги работы отраслей племенного животноводства по Удмуртской Республике за 2023 г. https://udmapk.ru/upload/iblock/cc6/itogi_plem_2023_fea_soreshchanie_bonitirovka_29.02.2024.pdf (дата обращения: 14.09.2024)).

животных как для воспроизводства собственного стада, так и для продажи товарным хозяйствам. Это способствует росту молочной продуктивности коров, в первую очередь в племенных хозяйствах. Поэтому в этих организациях надой молока от одной коровы на 15–20 % выше, чем в товарных, и в 2023 г. составил 9 160 кг при средней молочной продуктивности коров в СХО Удмуртии 8 239 кг. Чем больше численность племенных коров в республике, тем, соответственно, выше их удельный вес в общем поголовье дойного стада и средний надой молока на одну корову в целом по региону.

Также отмечается очень высокая полиномиальная связь удоя молока с расходом кормов на одну голову ($\eta = 0,95$), высокая — с расходом кормов на производство одного центнера молока ($\eta = 0,74$) и средняя — с выходом приплода телят в расчёте на 100 коров ($\eta = 0,67$). Таким образом, с ростом продуктивности требовательность коров к уровню кормления возрастает при снижении их воспроизводительных способностей, однако оплата корма молоком увеличивается.

Наблюдается достоверная обратная связь надоя молока на одну корову со средним возрас-

том производственного использования коров ($r = -0,99$) и их выбытия из стада ($r = -0,82$). Это свидетельствует о том, что при интенсивном использовании коров снижается устойчивость организма животных к заболеваниям и сокращается их продуктивная жизнь. Кроме того, коровы голштинской породы имеют низкую продолжительность продуктивного долголетия.

Если уменьшение расхода кормов на производство одного центнера молока обуславливает снижение его себестоимости, то сокращение срока производственного использования коров увеличивает затраты на воспроизведение стада. Уменьшение поступления приплода тем самым снижает возможность расширенного воспроизводства дойного стада в племенных хозяйствах и продажу молодняка с высоким потенциалом продуктивности товарным хозяйствам. Так, до 2021 г. в республике наблюдалась тенденция роста реализации племенного молодняка. Однако в 2023 г. племенными хозяйствами было продано всего 2,2 тыс. гол. племенного молодняка против 3,7 тыс. гол. в 2021 г.

Рост затрат на воспроизведение стада увеличивает себестоимость производства молока. Это затрудняет достижение высокой рентабельности для малых и средних предприятий. Кроме того, у этих хозяйств объемы поставок молока на молокозаводы остаются небольшими, поэтому цена его реализации ниже, чем у крупных сельскохозяйственных организаций. В будущем роль крупных СХО в увеличении производства молока будет возрастать. В этих хозяйствах строятся новые животноводческие комплексы. В 2023 г. доля 40 племенных хозяйств в общем объеме молока, произведенного хозяйствами всех категорий, составила 34,6 %, фермерских хозяйств — 7,7 %, хозяйств населения — 5,0 %.

Однако перед сельскохозяйственными товаропроизводителями республики поставлена задача увеличения производства молока к 2030 г. до 1 700 тыс. т, что на 64,7 % выше уровня 2023 г. Для достижения этой цели необходимо наращивать производство молока как в СХО, так и в фермерских хозяйствах. Поэтому актуальным является расширение показателей геномной оценки племенных животных в целях установления наиболее желательного генотипа, который бы наряду с высокой молочной продуктивностью обеспечивал и другие хозяйственно-полезные признаки животных.

В Удмуртии создана самая большая геномная база КРС в стране с информацией о 265 тыс. животных. В связи с этим специалисты предлагают методику расчета ИПЦ крупного

рогатого скота, разработанную в УР, использовать при формировании национального индекса племенной ценности животных. Он дает возможность выбрать для выращивания животное с прогнозируемой племенной ценностью, что важно при осуществлении купли-продажи племенного молодняка между хозяйствами разных регионов. Кроме того, наличие национального ИПЦ животных повышает конкурентоспособность отечественных экспортёров на мировом рынке племенного материала.

В августе 2023 г. в республике была зарегистрирована Ассоциация по развитию скотоводства в Удмуртской Республике — Селекционный центр, имеющий частную форму собственности и являющийся некоммерческой организацией. Основным видом ее деятельности является предоставление услуг в области животноводства. Однако республике необходимо не только проводить сбор данных и образцов для геномной оценки, но выполнять работы по генотипированию и осуществлять анализ данных. В настоящее время эти работы для УР выполняет компания «Кситест», являясь оператором геномной селекции в республике.

Полное геномное тестирование одного животного компания в настоящее время оценивает в 5,5 тыс. р.¹ В то же время в ноябрьском номере журнала «Агроинвестор» за 2024 г. указывается, что стоимость генотипирования одной коровы составит около 1 тыс. р.² Значительная вариация стоимости работ свидетельствует как о разном количестве показателей геномной оценки, так и об отсутствии конкуренции на рынке.

В рамках третьего этапа реализации программы по развитию геномной селекции крупного рогатого скота в Удмуртии авторы предлагают создать региональный селекционный центр, который должен быть самостоятельной организацией и выполнять работу по полной геномной оценке животных (рис. 3). На наш взгляд, это позволит укрепить позиции республики на рынке геномной селекции.

¹ Геномная селекция КРС: геномные оценки племенной ценности молочных коров и быков Кситест. <https://ksitest.ru/cows> (дата обращения: 14.04.2025).

² Денисова, Г. (2024, 1 ноября). Через гены к экономической эффективности. Животноводы переходят с традиционной модели оценки племенной ценности КРС на генотипирование. Агроинвестор, (11). <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/43290-cherez-geny-k-ekonomiceskoy-effektivnosti-zhivotnovody-perekhodyat-s-traditsionnoy-modeli-otsenki-p/> (дата обращения: 14.04.2025).

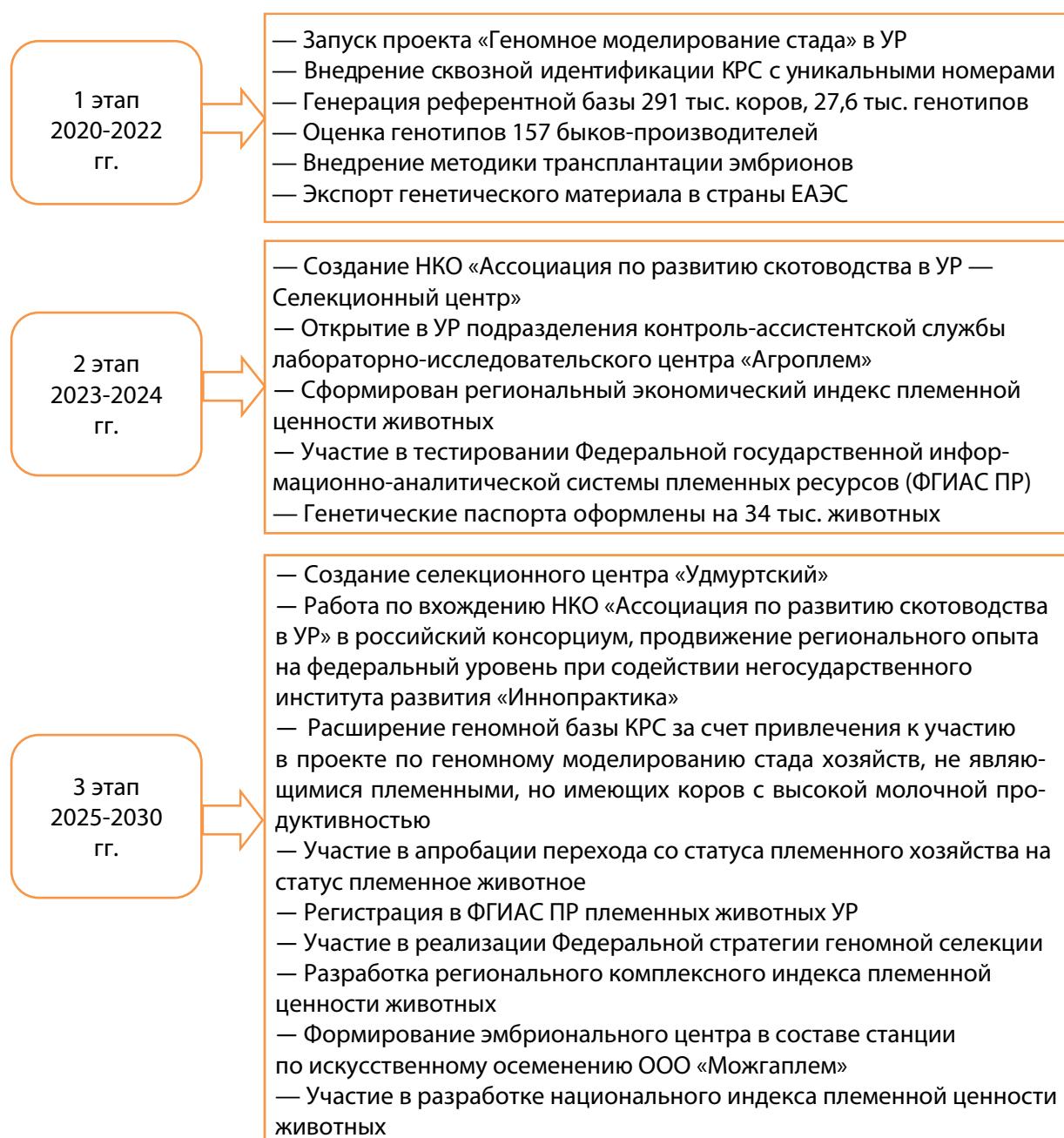


Рис. 3. Этапы реализации программы по развитию геномной селекции крупного рогатого скота в Удмуртской Республике (источник: составлено авторами)

Fig. 3. Stages of Implementing the Genomic Selection Program for Cattle in Udmurtia (Source: compiled by the authors)

блики в вопросах геномной селекции на национальном уровне.

Хотя из федерального бюджета предусмотрено субсидирование 70 % стоимости геномного теста и оценки племенной ценности животного, но затраты у хозяйствующего субъекта все равно остаются высокими. Кроме того, Минсельхоз РФ на 2025 г. предусматривает проведение генотипирования только около 80 тыс. гол. КРС. В дальнейшем плани-

руется увеличить сбор генотипов до 200–250 тыс. Следовательно, спрос на услуги селекционного центра в ближайшее время будет возрастать. Кроме того, в дальнейшем переход со статуса племенного хозяйства на статус племенного животного также увеличит потребность в услугах по геномной оценке животных.

Основными сдерживающими факторами создания селекционного центра в Удмуртии



Рис. 4. Динамика уровня самообеспечения молоком Российской Федерации и Удмуртской Республики, % (источник: составлено авторами по данным Росстата: Уровень самообеспечения основными продуктами питания по субъектам Российской Федерации. https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (дата обращения: 20.10.2024))

Fig. 4. Milk Production Coverage in Russia and Udmurtia, % (source: compiled by the authors from Rosstat data: Level of Coverage of Key Food Products by Subjects of the Russian Federation . https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (date of access: 20.10.2024))

являются ограниченные возможности республиканского бюджета для оказания государственной поддержки и дефицит квалифицированных кадров. Но в целях дальнейшего развития молочного скотоводства в УР и снижения стоимости геномной оценки животных МСХ Удмуртии как куратору проекта «Геномное моделирование стада» необходимо найти пути решения этих проблем.

В молочном скотоводстве Удмуртии наметилась устойчивая тенденция обновления основных производственных фондов. Реконструкция и новое строительство животноводческих помещений ориентированы на беспривязное содержание животных, что позволяет автоматизировать и роботизировать технологические процессы. Это повышает производительность и привлекательность труда в отрасли.

В настоящее время идет поиск наиболее эффективных для конкретного предприятия цифровых технологий. Каждая организация делает выбор, руководствуясь доступными финансовыми ресурсами, обеспеченностью кадрами, численностью животных, а также опытом применения тех или иных технологий.

Специалисты и руководители СХО Удмуртии пока не пришли к единому мнению, какие современные системы доения коров являются наиболее экономически эффективными. Первая ферма в УР, оборудованная роботами-доярами, была введена в строй в 2010 г. С этого времени количество таких ферм увеличивается, что обеспечивает круглосуточное добровольное доение коров. СХПК им. Мичурина Вавожского района, имеющий фермы, оборудованные роботами-доярами, а также автоматизированной системой доения

с доильным залом «Елочка», в 2024 г. новую ферму оснастил доильным залом «Карусель». В хозяйстве считают, что для предприятий с большой численностью коров его использование является наиболее эффективным. В то же время в СПК «Прогресс» Алнашского района внедрение роботов-дояров объясняют недостатком кадров¹.

Вместе с тем СХО, достигшие высокого уровня производительности труда и не испытывающие проблемы с кадрами, вопросы внедрения робототехники в производство рассматривают с учетом социальных аспектов. Например, председатель СХПК «Колос» Вавожского района В.А. Красильников считает, что в хозяйстве нет необходимости заменять людей роботами. Он убежден в важности сохранения рабочих мест для селян, поэтому предприятие строит фермы с автоматизированными доильными залами «Карусель»².

Следует отметить, что ключевым фактором, определяющим эффективность функционирования молочного скотоводства, является достижение самообеспечения страны молоком. Россия пока не достигла этой цели (рис. 4). Удмуртская Республика играет важную роль в обеспечении жителей других регионов страны молочными продуктами и ежегодно увеличивает объемы экспорта. При межрегиональном обмене продовольствием вывоз молока и молочной продукции из УР превышает объемы ввоза в четыре раза.

¹ Агропром Удмуртии. <https://au-18.ru/> (дата обращения: 23.10.2024).

² Горбунов, Д. (2022, 22 марта). Владимир Красильников: Быстро перестроиться смогут только лучшие. <https://www.d-kvadrat.ru/ekonomika/selskoye-khozyaystvo/19720> (дата обращения: 21.09.2024).

Заключение

Молочное скотоводство имеет приоритетное стратегическое значение для развития Удмуртской Республики. Несмотря на значительную волатильность цен реализации сырого молока, СХО Удмуртии ежегодно увеличивают его производство. В рейтинге регионов по валовому надою молока в сельскохозяйственных организациях УР занимает 3-е место по России, а в хозяйствах всех категорий – 6-е. Доля Удмуртии в общем производстве молока в СХО России ежегодно увеличивается и в 2023 г. составила 4,3 %. При этом удельный вес УР в общей площади сельскохозяйственных угодий составляет менее одного процента.

Внедрение инновационных технологий в племенную работу, включая геномную селекцию, роботизацию и автоматизацию производственных процессов, позволяют обеспечить устойчивое развитие молочного скотоводства и увеличить производство востребованной продукции.

Селекционно-генетическая работа, проводимая под руководством Минсельхоза УР, способствовала не только росту молочной продук-

тивности коров, но и повышению эффективности производства молока, что подтверждается тенденцией роста численности поголовья коров в СХО региона и продуктивности дойного стада. Проведенный корреляционный анализ продемонстрировал высокий уровень тесноты связи между удельным весом племенных коров и надоем молока на одну корову ($\eta = 0,99$). Достоверная обратная связь отмечается между молочной продуктивностью и средним возрастом производственного использования коров ($r = -0,99$) и их выбытия из стада ($r = -0,82$). Полученные данные могут быть использованы при разработке селекционных программ, направленных на улучшение поголовья КРС по признакам долголетия и fertильности. Для развития геномной селекции в Удмуртии важно создание республиканского селекционного центра.

В условиях отсутствия текущего статистического учета внедрения цифровых и биологических инноваций в аграрное производство считаем необходимым включить в программу Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2027 г. показатели, отражающие проведение данных работ в России.

Список источников

- Алексеев, А. М. (2023). Цифровая экосистема как инструмент снижения трансакционных издержек в сельском хозяйстве. *АПК: экономика, управление*, (12), 16–22. <https://doi.org/10.33305/2312-16>
- Алтухов, А. И. (2013). Проблемы устойчивого развития сельского хозяйства России на период до 2020 г. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*, (5), 1–3.
- Василенко, П. М. (1964). *Автоматизация процессов сельскохозяйственного производства*. Москва: Колос, 384.
- Дежина, И. Г., Арутюнян, А. Г., Поляков, П. В., Гареев, Т. Р., Куликов, Р. С., Зеленый, П. В. (2022). *Технологическая трансформация мясного и молочного скотоводства. Аналитический доклад*. Москва: «Спутник +», 234.
- Жукова, М. А., Улезько, А. В. (2021). *Перспективы цифровой трансформации сельского хозяйства: монография*. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 179.
- Закшевский, В. Г., Богомолова, И. П., Василенко, И. Н., Шайкин, Д. В. (2023). Продовольственная независимость России: современное состояние, риски безопасности, перспективные тренды. *Продовольственная политика и безопасность*, 10(1), 9–28. <https://doi.org/10.18334/prpb.10.1.116696>
- Келин, Ю. В., Лоретц, О. Г., Горелик, О. В., Гудыменко, В. В. (2023). Молочная продуктивность коров голштинских линий и их воспроизводительные способности. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*, (3(74)), 78–84.
- Киварина, М. В., Юрина, Н. Н. (2024). Цифровые решения в АПК: новые возможности регионов. *АПК: экономика, управление*, (8), 34–42. <https://doi.org/10.33305/248-34>
- Криворучко, А. Ю., Скокова, А. В., Яцык, О. А., Каниболоцкая, А. А. (2021). Современные подходы генетической идентификации породной принадлежности сельскохозяйственных животных (обзор). *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*, 22(3), 317–328. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.3.317-328>
- Кудрин, М. Р. (2011). Разведение крупного рогатого скота в России в условиях Удмуртской Республики. *Успехи современного естествознания*, (4), 110–113.
- Курцев, И. В. (1978). Научно-технический прогресс в сельском хозяйстве (Соврем. тенденции и перспективы). Москва: Колос, 176.
- Маршалл, А. (1993). *Принципы экономической науки*. Москва: Прогресс, 414.
- Мымрин, С. В., Мымрин, В. С., Донник, И. М. (2014). Геномная селекция — необходимое условие развития скотоводства России. *Аграрный вестник Урала*, (4(122)), 28–30.
- Новоселов, Ю. А. (1984). *Аграрный комплекс Сибири и Дальнего Востока*. Москва: Знание, 63.
- Орлова, Н. В. (ред.) (2020). *Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России. Agriculture 4.0. Доклад НИУ ВШЭ*. Москва: Изд. Дом Высшей школы экономики, 128.

- Семин, А. Н., Рушицкая, О. А., Курдюмов, А. В., Гусев, А. С. (2024). Устойчивость развития организаций сельского хозяйства в условиях жестких внешнеэкономических ограничений (санкций). *Аграрный вестник Урала*, 24(10), 1383–1394. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-10-1383-1394>
- Семин, А. Н., Скворцов, Е. А. (2024). Цели и задачи управления процессом внедрения систем искусственного интеллекта в сельское хозяйство АПК: экономика, управление, (4), 30–36. <https://doi.org/10.33305/244-30>
- Симаков, А. В., Логинов, Ю. П., Симакова, Т. В. (2023). Урожайность и качество семенных клубней сортов картофеля в условиях Западной Сибири. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 154.
- Сулыга, Н. В., Катков, К. А., Ковалева, Г. П., Лапина, М. Н (2023). Влияние генетических факторов на продуктивность коров черно-пестрой породы в зависимости от возраста в лактациях. *Известия Горского государственного аграрного университета*, 60(1), 53–59. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2023_60_1_53
- Суровцев, В. Н. (2022). Цифровая трансформация молочного скотоводства в хозяйствах Ленинградской области и проблемы цифровизации кормопроизводства. *Экономика сельского хозяйства России*, (8), 88–92. <https://doi.org/10.32651/228-88>
- Тихомиров, И. А., Скоркин, В. К., Аксенова, В. П., Андрюхина, О. Л. (2016). Продуктивное долголетие коров и анализ причин их выбытия. *Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства*, (1(21)), 64–72.
- Тополева, Т. Н. (2024). Моделирование цифровой платформы инновационной производственной экосистемы региона. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*, (4(76)), 135–143. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2024-135-143>
- Ушачев, И. Г., Папцов, А. Г., Серков, А. Ф., Маслова, В. В., Чекалин, В. С., Зарук, Н. Ф., Борхунов, Н. А., Амосов, А. И., Счастливцева, Л. В., Авдеев, М. В., Чепик, Д. А., Копасов, А. А., Мухамедова, Т. О., Глотова, И. С., Харина, М. В., Панина, Н. А., Осинина, А. Ю., Оршанская, Ю. О., Маслов, И. И. (ред.) (2018). *Устойчивое развитие и повышение конкурентоспособности сельского хозяйства России в условиях углубления интеграции в ЕАЭС*. Москва: Научный консультант, 320.
- Цыганок, В. О., Цыганок, Е. О., Бахарев, А. А. (2024). Использование геномной оценки в совершенствовании продуктивных качеств коров голштинской породы. *Аграрный вестник Урала*, 24(02), 218–231. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-02-218-231>
- Шарко, Ф. С., Хатиб, А., Прохорчук, Е. Б. (2022). Геномная оценка племенной ценности молочных коров черно-пестрой породы по совокупности признаков молочной продуктивности и признаков fertильности. *Acta Naturae*, 14(1), 109–122. <https://doi.org/10.32607/actanaturae.11648>
- Шумпетер, Й. (2005). *Теория экономического развития*. Москва: Прогресс, 298.
- Boros, A., Szólík, E., Desalegn, G., & Tőzsér, D. (2025). A Systematic Review of Opportunities and Limitations of Innovative Practices in Sustainable Agriculture. *Agronomy*, 15(1), 76. <https://doi.org/10.3390/agronomy15010076>

References

- Alekseev, A. M. (2023). Digital ecosystem as a tool for reducing transaction costs in agriculture. *APK: ekonomika, upravlenie [AIC: Economics, Management]*, (12), 16–22. <https://doi.org/10.33305/2312-16> (In Russ.)
- Altukhov, A. I. (2013). Problems of sustainable development in agriculture of Russia for the period up to 2020. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy [Economy of Agricultural and Processing Enterprises]*, (5), 1–3. (In Russ.)
- Boros, A., Szólík, E., Desalegn, G., & Tőzsér, D. (2025). A Systematic Review of Opportunities and Limitations of Innovative Practices in Sustainable Agriculture. *Agronomy*, 15(1), 76. <https://doi.org/10.3390/agronomy15010076>
- Dezhina, I. G., Arutyunyan, A. G., Polyakov, P. V., Gareev, T. R., Kulikov, R. S., & Zeleny, P. V. (2022). *Tekhnologicheskaya transformatsiya myasnogo i molochnogo skotovodstva. Analiticheskii doklad [Technological transformation of beef and dairy cattle breeding. Analytical report]*. Moscow: «Sputnik+» Publ., 234. (In Russ.)
- Kelin, Yu. V., Loretz, O. G., Gorelik, O. V., & Gudymenko, V. V. (2023). Dairy productivity of Holstein cows and their reproductive abilities. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Michurinsk State Agrarian University]*, (3(74)), 78–84. (In Russ.)
- Kivarina, M. V., & Yurina, N. N. (2024). Digital solutions in the agro-industrial complex: New opportunities for regions. *APK: ekonomika, upravlenie [AIC: Economics, Management]*, (8), 34–42. <https://doi.org/10.33305/248-34> (In Russ.)
- Krivoruchko, A. Y., Skokova, A. V., Yatsyk, O. A., & Kanibolotskaya, A. A. (2021). Modern approaches to the genetic identification of farm animal breeds (review). *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka [Agricultural Science Euro-North-East]*, 22(3), 317–328. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.3.317-328> (In Russ.)
- Kudrin, M. R. (2011). Cattle breeding in Russia in the conditions of the Udmurt Republic. *Uspekhi sovremenennogo estestvoznaniya [Advances in Current Natural Sciences]*, (4), 110–113. (In Russ.)
- Kurtsev, I. V. (1978). *Nauchno-tehnicheskiy progress v sel'skom khozyaystve: (Sovrem. tendentsii i perspektivy) [Scientific and technological progress in agriculture: (Modern trends and prospects)]*. Moscow: Kolos Publ., 176. (In Russ.)
- Marshall, A. (1993). *Printsipy ekonomicheskoi nauki [Principles of economics]*. Moscow: Progress Publ., 414. (In Russ.)
- Myrrin, S. V., Myrrin, V. S., & Donnik, I. M. (2014). Genomic selection as a necessary condition for the development of cattle breeding in Russia. *Agrarnyy vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]*, (4(122)), 28–30. (In Russ.)

- Novoselov, Yu.A. (1984). *Agrarnyi kompleks Sibiri i Dal'nego Vostoka [Agricultural complex of Siberia and the Far East]*. Moscow: Znanie Publ., 63. (In Russ.)
- Orlova, N.V. (Ed.) (2020). *Innovatsionnoe razvitiye agropromyshlennogo kompleksa v Rossii. Agreiculture 4.0. Doklad NIU Vysshaya shkola ekonomiki [Development in innovations for agro-industrial sector in Russia. Agriculture 4.0. HSE University Report]*. Moscow: HSE Publ., 128. (In Russ.)
- Semin, A.N., & Skvortsov, E.A. (2024). Goals and objectives of managing the implementation of artificial intelligence systems in agriculture. *APK: ekonomika, upravlenie [AIC: Economics, Management]*, (4), 30–36. <https://doi.org/10.33305/244-30> (In Russ.)
- Semin, A.N., Rushchitskaya, O.A., Kurdyumov, A.V., & Gusev, A.S. (2024). Sustainability of the development of agricultural organizations under severe foreign economic restrictions (sanctions). *Agrarnyi vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]*, 24(10), 1383–1394. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-10-1383-1394> (In Russ.)
- Sharko, F.S., Khatib, A., & Prokhortchouk, E.B. (2022). Genomic Estimated Breeding Value of Milk Performance and Fertility Traits in the Russian Black-and-White Cattle Population. *Acta Naturae*, 14(1), 109–122. <https://doi.org/10.32607/actanaturae.11648>
- Shumpeter, J. *Teoriya ekonomiceskogo razvitiya [Theory of economic development]*. Moscow: Progress Publ., 298. (In Russ.)
- Simakov, A.V., Loginov, Yu.P., & Simakova, T.V. (2023). *Urozhainost' i kachestvo semennykh klubnei sortov kartofelya v usloviyakh Zapadnoi Sibiri [Yield and quality of seed tubers of potato varieties in Western Siberia]*. Tyumen: Northern Trans-Ural State Agricultural University Publ., 154. (In Russ.)
- Sulyga, N.V., Katkov, K.A., Kovaleva, G.P., & Lapina, M.N. (2023). The influence of genetic factors on the productivity of black-motley breed depending on age in lactations. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of Gorsky State Agrarian University]*, 60(1), 53–59. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2023_60_1_53 (In Russ.)
- Surovtsev, V.N. (2022). Digital transformation of dairy cattle breeding in the farms of Leningrad areas and problems of digitalization of feed production. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii [Economics of Agriculture of Russia]*, (8), 88–92. <https://doi.org/10.32651/228-88> (In Russ.)
- Tikhomirov, I.A., Skorkin, V.K., Aksanova, V.P., & Andryukhina, O.L. (2016). Cows productive life longevity and their reasons for culling's analysis. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva [Journal of VNIIMZH]*, (1(21)), 64–72. (In Russ.)
- Topoleva, T.N. (2024). Modeling of a digital platform of an innovative production ecosystem of the region. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Vestnik of Kazan State Agrarian University]*, (4(76)), 135–143. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2024-135-143> (In Russ.)
- Tsyganok, V.O., Tsyganok, E.O., & Bakharev, A.A. (2024). The use of genomic assessment in improving the productive qualities of Holstein cows. *Agrarnyy vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]*, 24(02), 218–231. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-02-218-231> (In Russ.)
- Ushachev, I.G., Papchov, A.G., Serkov, A.F., Maslova, V.V., Chekalin, V.S., Zaruk, N.F., Borkhunov, N.A., Amosov, A.I., Shchastlyantseva, L.V., Avdeev, M.V., Chepik, D.A., Kopasov, A.A., Mukhamedova, T.O., Glotova, I.S., Kharina, M.V., Panina, N.A., Osinina, A.Yu., Orshanskaya, Yu.O., Maslov, I.I. (Eds.) (2018). *Ustoichivoe razvitiye i povyshenie konkurentospособности sel'skogo khozyaistva Rossii v usloviyakh ugлubleniya integratsii v EAES [Sustainable development and increasing the competitiveness of Russian agriculture in the context of deepening integration into the EAEU]*. Moscow: Nauchnyy konsul'tant Publ., 320. (In Russ.)
- Vasilenko, P.M. (1964). *Avtomatizatsiya protsessov sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva [Automation of agricultural production processes]*. Moscow: Kolos Publ., 384. (In Russ.)
- Zakshevskiy, V.G., Bogomolova, I.P., Vasilenko, I.N., & Shaykin, D.V. (2023). Russia's food independence: Current state, security risks and promising trends. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost' [Food Policy and Security]*, 10(1), 9–28. <https://doi.org/10.18334/ppib.10.1.116696> (In Russ.)
- Zhukova, M.A., & Ulezko, A.V. (2021). *Perspektivy cifrovoy transformacii sel'skogo hozyaystva: monografiya [Prospects of digital transformation of agriculture: monograph]*. Voronezh: Voronezh State Agricultural University, 179. (In Russ.)

Информация об авторах

Сутыгина Алевтина Ивановна — доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Удмуртский филиал Института экономики УрО РАН; Author ID РИНЦ: 666463; <https://orcid.org/0000-0002-1381-1086> (Российская Федерация, 426004, г. Ижевск, ул. Ломоносова, 4; e-mail: sutygina.ai@uiec.ru).

Тополева Татьяна Николаевна — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Удмуртский филиал Института экономики УрО РАН; Scopus Author ID: 57222517586; <https://orcid.org/0000-0003-1518-0019> (Российская Федерация, 426004, г. Ижевск, ул. Ломоносова, 4; e-mail: topoleva.tn@uiec.ru).

About the authors

Alevtina I. Sutygina — Dr. Sci. (Econ.), Professor, Leading Research Associate, Udmurt Branch of the Institute of Economics of the Ural Branch of RAS; Author ID RSCI: 666463; <https://orcid.org/0000-0002-1381-1086> (4, Lomonosova St, Izhevsk, 426004, Russian Federation; e-mail: sutygina.ai@uiec.ru).

Tatiana N. Topoleva — Cand. Sci. (Econ.), Senior Research Associate, Udmurt Branch of the Institute of Economics of the Ural Branch of RAS; Scopus Author ID: 57222517586; <https://orcid.org/0000-0003-1518-0019> (4, Lomonosova St., Izhevsk, 426004, Russian Federation; e-mail: topoleva.tn@uiec.ru).

Использование средств ИИ

Авторы заявляют о том, что при написании этой статьи не применялись средства генеративного искусственного интеллекта.

Use of AI tools declaration

All authors declare that they have not used Artificial Intelligence (AI) tools for the creation of this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interest.

Дата поступления рукописи: 02.03.2025.

Прошла рецензирование: 19.05.2025.

Принято решение о публикации: 01.10.2025.

Received: 02 Mar 2025.

Reviewed: 19 May 2025.

Accepted: 01.Oct.2025.