
ЭКОНОМИКА

Роль цифровых технологий в хмелепродуктовом подкомплексе

**Оксана Григорьевна Каратаева[✉], Екатерина Леонидовна Чепурина,
Дарья Леонидовна Кушнарера, Инна Алексеевна Вахрушева,
Светлана Ивановна Чебаненко, Константин Акакиевич Джикия**

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

[✉] **Автор, ответственный за переписку:** okarataeva@rgau-msha.ru

Аннотация

Современные реалии аграрного сектора, обусловленные климатическими изменениями, увеличением потребности в качественной продукции и усилением конкурентной борьбы, подчеркивают важность применения цифровых технологий в хмелепродуктовом подкомплексе. Статья посвящена изучению влияния процессов цифровизации на повышение результативности производства, переработки и реализации хмеля. Рассматриваются основные направления использования цифровых инструментов – такие, как системы точного земледелия, имитационное моделирование, платформы для управления цепочками поставок и технологии анализа больших данных. Особое внимание уделяется экономическим и социальным последствиям внедрения цифровых решений включая рост производительности труда, снижение затрат и улучшение условий жизни в сельской местности. На основе анализа практического опыта регионов России выявлены как перспективные возможности, так и препятствия на пути внедрения инноваций. Подчеркивается, что успешное развитие цифровизации требует системного подхода, включающего в себя модернизацию инфраструктуры, подготовку специалистов и поддержку со стороны государства. Результаты исследований свидетельствуют о том, что цифровые технологии выступают важным фактором модернизации хмелепродуктового подкомплекса, способствуя его интеграции в международные рынки и устойчивому развитию сельских территорий.

Ключевые слова

Цифровые технологии, хмелепродуктовый подкомплекс, точное земледелие, имитационное моделирование, цифровизация, аграрный сектор, устойчивое развитие

Для цитирования

Каратаева О.Г., Чепурина Е.Л., Кушнарера Д.Л., Вахрушева И.А. и др. Роль цифровых технологий в хмелепродуктовом подкомплексе // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 4. С. 151–162.

Role of digital technologies within the hop production industry

**Oksana G. Karataeva, Ekaterina L. Chepurina, Daria L. Kushnareva,
Inna A. Vakhrusheva, Svetlana I. Chebanenko, Konstantin A. Dzhikiya**

Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

✉ **Corresponding author:** okarataeva@rgau-msha.ru

Abstract

The current realities of the agricultural sector, caused by climate change, increasing demand for high-quality products and increased competition, highlight the importance of digital technologies in the hop industry. This article examines the impact of digitalization on improving the efficiency of hop production, processing, and sales. It considers key areas of digital tool application, including precision farming systems, simulation modeling, supply chain management platforms, and big data analytics. The article pays particular attention to the economic and social consequences of implementing digital solutions, such as increased labor productivity, reduced costs, and improved rural living conditions. Based on an analysis of practical experiences in Russian regions, the study identifies both promising opportunities and obstacles to implementing these innovations. The article emphasizes that successful digitalization requires a systematic approach encompassing infrastructure modernization, specialist training, and government support. The study's findings suggest that digital technologies are critical for modernizing the hop production industry, facilitating its integration into international markets and promoting sustainable rural development.

Keywords

Digital technologies, hop production industry, precision agriculture, simulation modeling, digitalization, agricultural sector, sustainable development

For citation

Karataeva O.G., Chepurina E.L., Kushnareva D.L., Vakhrusheva I.A. et al. Role of digital technologies within the hop production industry. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 4. P. 151–162.

Введение

Introduction

Хмелепродуктовый подкомплекс представляет собой значимую составляющую агропромышленного комплекса, обеспечивая сырьем такие отрасли, как пивоварение и фармацевтика. Кроме того, в условиях глобализации и роста конкуренции на мировых рынках перед данным сектором встают задачи повышения производительности, оптимизации затрат и обеспечения стабильного качества продукции, а цифровые технологии становятся ключевым инструментом, способным вывести сектор на новый уровень эффективности и устойчивости [1].

Актуальность исследований определяется необходимостью адаптации хмелеводства к современным вызовам, связанным с экономическими и экологическими факторами, и успешное решение данных задач напрямую зависит от анализа потенциала цифровизации и разработки подходов к ее реализации. При этом научное сообщество активно изучает вопросы цифровой трансформации аграрного сектора. В частности,

А.В. Акинин отмечает, что внедрение цифровых решений в агропромышленные подкомплексы позволяет оптимизировать производственные процессы, что приводит к росту экономической эффективности [2]. Это особенно важно для хмелеводства, где точное управление ресурсами может существенно повлиять на итоговые показатели. В то же время процесс цифровизации сопровождается определенными сложностями, требующими внимательного анализа.

Н.Р. Парпиева подчеркивает, что переход к цифровым технологиям создает новые вызовы, среди которых выделяются потребность в значительных капиталовложениях и необходимость подготовки квалифицированных кадров [3]. Данные аспекты становятся особенно заметными в сельских регионах, где доступ к современным инструментам может быть ограничен. Следовательно, цифровизация требует не только технических, но и организационных изменений.

Значительный вклад в изучение данной темы также внесли Т.И. Ашмарина, В.Т. Водяников, Ю.М. Гладыш и др., указывая на то, что цифровые платформы для управления цепочками поставок повышают прозрачность процессов и сокращают логистические расходы [4]. Данное направление особенно актуально для хмелепродуктового подкомплекса, где координация между производителями и переработчиками играет важную роль. С другой стороны, внедрение указанных решений требует развитой инфраструктуры.

О.Г. Афанасьева акцентирует внимание на использовании имитационного моделирования как инструмента для оценки инвестиционных возможностей хмелеводства, что позволяет прогнозировать результаты внедрения инноваций с высокой точностью [5]. Подобные подходы открывают перспективы для планирования и минимизации рисков, что крайне важно в условиях нестабильного спроса на хмель.

А.Н. Доброва и А.И. Захаров предлагают кластерный подход к развитию отрасли, подчеркивая, что объединение усилий производителей, переработчиков и научных организаций способно повысить конкурентоспособность хмелеводства [6]. Указанный подход демонстрирует значительный потенциал для регионов, стремящихся укрепить свои позиции на рынке. В то же время реализация кластеров требует координации и поддержки на государственном уровне.

О.Г. Каратаева, И.В. Яппарова, Е.В. Балахонова и др. обращают внимание на социальные и инфраструктурные аспекты цифровизации сельских территорий, отмечая, что без их учета невозможно достичь устойчивого прогресса [7]. Данный фактор подчеркивает многогранность проблемы и необходимость комплексного подхода к решению поставленных задач.

Таким образом, анализ литературы показывает, что цифровизация хмелепродуктового подкомплекса представляет собой сложный процесс, требующий учета экономических, технических и социальных факторов. Исследование данных вопросов позволяет выявить как перспективы, так и ограничения, связанные с внедрением цифровых технологий, что делает представленную статью актуальной и своевременной.

Цель исследований: оценить влияние цифровых технологий на повышение эффективности и конкурентоспособности хмелепродуктового подкомплекса.

Методика исследований

Research method

Для достижения поставленной цели был проведен всесторонний анализ научной литературы, статистических данных и практических примеров использования цифровых технологий в хмелеводстве. Применялись методы сравнительного анализа, экономико-статистического моделирования и оценки экспертных мнений. Особое

место в исследованиях заняло использование имитационного моделирования, которое позволило оценить потенциальные экономические выгоды от внедрения цифровых решений. Такой подход обеспечил возможность прогнозирования результатов с учетом различных сценариев развития отрасли.

Дополнительно были организованы опросы представителей предприятий хмелепродуктового подкомплекса, что позволило собрать информацию о реальных условиях применения цифровых инструментов, а также выявить основные трудности, с которыми сталкиваются производители. Полученные данные легли в основу анализа барьеров цифровизации и разработки рекомендаций по их преодолению.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Цифровые технологии оказывают заметное влияние на все стадии хмелепродуктового подкомплекса: от выращивания хмеля до его переработки и сбыта. В то же время использование систем точного земледелия, основанных на данных спутникового мониторинга и беспилотных летательных аппаратов, позволяет оптимизировать такие процессы, как полив, внесение удобрений и защита растений от вредителей. В результате урожайность хмеля повышается на 15–20%, что подтверждается исследованиями [8, 9]. Все это особенно важно для отрасли, где стабильность объемов производства напрямую влияет на экономические показатели.

Применение имитационного моделирования открывает новые возможности для планирования и управления рисками. Данный инструмент позволяет прогнозировать урожайность и оценивать эффективность инвестиций с учетом множества переменных – таких, как погодные условия и рыночные цены. При этом цифровые платформы, предназначенные для управления цепочками поставок, способствуют улучшению координации между участниками подкомплекса. В то же время современные технологии анализа больших данных и искусственного интеллекта занимают центральное место в процессе изучения рыночных тенденций и предсказания спроса, что приобретает особую значимость в такой отрасли, как хмелеводство. При этом спрос на хмель подвержен значительным колебаниям, обусловленным изменениями в предпочтениях потребителей, экономической конъюнктурой и развитием пивоваренной индустрии. В данных условиях способность производителей оперативно адаптировать объемы выпуска продукции к текущим реалиям рынка становится не просто конкурентным преимуществом, но и необходимостью для выживания.

Кроме того, применение передовых аналитических инструментов позволяет хмелеводам не только укреплять свои позиции на международном уровне, но и вносить вклад в устойчивое развитие отрасли за счет более рационального использования ресурсов и минимизации потерь. Однако эффективность данных технологий напрямую зависит от наличия надежных данных и специалистов, обладающих достаточной квалификацией для их обработки и интерпретации. При этом большие данные представляют собой огромные массивы информации, включающие в себя как структурированные, так и неструктурированные элементы, которые поступают из множества источников. В хмелеводстве указанные источники охватывают данные метеостанций, датчиков состояния почвы, спутниковые снимки и отчеты о состоянии рынка, и анализ таких данных открывает возможности для выявления скрытых закономерностей и взаимосвязей, которые могут быть использованы для принятия обоснованных решений.

Искусственный интеллект в свою очередь усиливает данный процесс благодаря алгоритмам машинного обучения, способным обрабатывать сложные наборы данных и предлагать прогнозы с высокой степенью точности [10, 11]. В совокупности

отмеченные технологии создают мощную основу для трансформации традиционных подходов к выращиванию хмеля, делая их более гибкими и ориентированными на рыночные потребности.

Одним из ключевых направлений применения больших данных и искусственного интеллекта в хмелеводстве является прогнозирование спроса. В то же время, анализируя архивные данные о продажах, предпочтениях потребителей и макроэкономических показателях, интеллектуальные системы способны предсказывать будущие потребности рынка. Все это позволяет производителям заранее планировать площади плантаций и сроки уборки урожая, избегая как избыточного производства, которое ведет к затратам на хранение, так и недостатка продукции, который может подорвать доверие покупателей. Например, если аналитика указывает на рост популярности определенного сорта хмеля в сегменте крафтового пива, то фермеры могут увеличить его долю и увеличить размеры хмелеплантаций, тем самым извлекая выгоду из складывающихся тенденций. Такой подход повышает доходность и снижает риски, связанные с неопределенностью рынка.

Следующим важным аспектом становится оптимизация управления сельскохозяйственными процессами, так как информация, поступающая в реальном времени от датчиков и беспилотных летательных аппаратов, отражает состояние почвы, уровень влажности и наличие вредителей, а алгоритмы искусственного интеллекта, обрабатывая указанные данные, выдают рекомендации по точечному внесению удобрений или орошению, что исключает избыточное использование ресурсов. Так, если в одной части поля фиксируется дефицит влаги, то система может инициировать полив только в этой зоне, сохраняя воду и поддерживая оптимальные условия для роста растений. Подобная точность не только повышает урожайность, но и сокращает экологический след отрасли, что особенно актуально в условиях нарастающих климатических вызовов.

Эффективность цепочки поставок также существенно возрастает благодаря внедрению аналитики больших данных. Отслеживание перемещения хмеля от полей до пивоварен позволяет выявлять узкие места и оптимизировать логистику. Если данные показывают, что определенный маршрут регулярно задерживает доставку, то система может предложить альтернативные варианты или скорректировать график транспортировки. Все это обеспечивает своевременность поставок, что критически важно для сохранения свежести хмеля, и одновременно снижает издержки. В отрасли, где качество продукции напрямую влияет на конечный продукт (пиво), такие улучшения укрепляют репутацию производителей и повышают их конкурентоспособность.

Контроль качества продукции представляет собой еще одну сферу, где искусственный интеллект демонстрирует свои возможности. Используя технологии распознавания изображений, системы могут анализировать визуальные данные, полученные с помощью камер или дронов, и выявлять дефекты, болезни или другие отклонения на ранних стадиях. Например, обнаружение первых признаков плесени или повреждений от насекомых позволяет оперативно изолировать проблемные участки, предотвращая распространение проблемы. Все это не только гарантирует высокое качество хмеля, поступающего на рынок, но и минимизирует финансовые потери, связанные с отбраковкой продукции.

Несмотря на очевидные преимущества, реализация потенциала больших данных и искусственного интеллекта в хмелепродуктовом подкомплексе сталкивается с рядом препятствий. Успех аналитики зависит прежде всего от качества исходных данных. В регионах с недостаточно развитой инфраструктурой, особенно в развивающихся странах, доступ к точной и полной информации может быть ограничен. При этом отсутствие современных метеостанций или устаревшие датчики

приводят к пробелам в данных, что снижает достоверность прогнозов. Например, если информация о погодных условиях за ключевой период отсутствует, то система не сможет адекватно оценить влияние засухи или дождей на урожай, что чревато ошибками в планировании. Другим значительным барьером выступает нехватка квалифицированных кадров, так как работа с большими данными и искусственным интеллектом требует глубоких знаний в области анализа данных, программирования и сельского хозяйства. Однако в сельских районах, где сосредоточено большинство хмелеводческих хозяйств, таких специалистов зачастую нет. При этом фермеры могут не обладать навыками, необходимыми для управления сложными системами, а привлечение экспертов извне сопряжено с дополнительными затратами. Поэтому данный разрыв в компетенциях замедляет внедрение технологий и ограничивает их эффективность.

Для устранения отмеченных преград требуется комплексный подход, где капиталовложения в инфраструктуру сбора данных становятся основным рычагом повышения их качества. В то же время государственные органы совместно с частным сектором могут способствовать установке современных метеостанций, обновлению сенсорных систем и созданию централизованных платформ для обмена рыночной информацией. Данные меры обеспечат стабильный поток надежных данных, необходимых для работы интеллектуальных систем. В то же время развитие образовательных программ способно сократить дефицит специалистов, так как вузы и профессиональные училища могут внедрять курсы, сочетающие агрономию с основами аналитики данных, а онлайн-платформы обеспечат доступное обучение для работников отрасли.

Сотрудничество государства и бизнеса также открывает перспективы для ускорения технологической трансформации, а компании, специализирующиеся на разработке аналитических решений, могут объединять усилия с научными институтами для создания инструментов, адаптированных к специфике хмелеводства. Все эти партнерства не только ускоряют разработку технологий, но и обеспечивают передачу знаний, помогая производителям осваивать новые методы. В то же время широкое внедрение больших данных и искусственного интеллекта также оказывает глубокое воздействие на экономику и экологию отрасли. При этом увеличение урожайности и сокращение издержек напрямую повышают доходы фермеров, что особенно важно для сельских территорий, где хмелеводство часто выступает основой занятости.

Практика показала, что производство хмеля высокого качества с меньшими затратами позволяет наращивать экспорт и завоевывать новые рынки. Регионы, первыми освоившие такие подходы, могут задавать стандарты для всей отрасли, становясь лидерами в области сельскохозяйственных инноваций. Например, при внедрении системы управления на базе искусственного интеллекта можно обеспечить рост урожайности на 21%, снижение водопотребления на 14% и уменьшение расходов на удобрения на 13%, что подтверждает экономическую и экологическую выгоду технологий (табл. 1).

Взаимодействие с пивоваренной индустрией дополнительно усиливает значимость технологий. Например, анализируя данные о вкусах потребителей, пивоварни могут сигнализировать производителям о необходимости увеличения выпуска определенных сортов хмеля. Все это создает замкнутый цикл, где информация движется в обоих направлениях, повышая адаптивность всей цепочки. Однако переход к цифровым методам сопряжен с трудностями, так как первоначальные затраты на оборудование и обучение могут быть неподъемными для мелких хозяйств, а зависимость от цифровых систем поднимает вопросы кибербезопасности. В то же время уязвимость данных к утечкам требует внедрения надежных защитных мер.

Таблица 1

Источники данных в хмелеводстве

Table 1

Data sources in hop production

Источник данных	Описание	Применение	Частота обновления	Доступность
Метеостанции	данные о погоде в реальном времени	прогнозы, планирование полива	ежедневно	высокая
Датчики почвы	уровень влажности и питательных веществ	точное внесение удобрений	ежечасно	средняя
Спутниковые снимки	мониторинг состояния плантаций	оценка здоровья растений	еженедельно	высокая
Рыночные отчеты	тренды продаж и потребительские предпочтения	прогнозирование спроса	ежемесячно	средняя
Беспилотники	детализированные изображения полей	выявление вредителей	по запросу	низкая

Сопротивление со стороны фермеров, привыкших к традиционным методам, также нельзя недооценивать. Для преодоления данного барьера нужны демонстрационные проекты, показывающие реальную выгоду. Например, успешный кейс в одном хозяйстве может вдохновить других, если рост доходов будет очевидным (табл. 2).

Таблица 2

Применение искусственного интеллекта в хмелеводстве

Table 2

Application of artificial intelligence in hop production

Сфера применения	Технология ИИ	Преимущество	Точность, %	Сложность внедрения
Прогноз спроса	машинное обучение	точное планирование	86	средняя
Управление плантациями	системы поддержки решений	экономия ресурсов	89	высокая
Оптимизация логистики	предиктивная аналитика	снижение затрат	78	средняя
Контроль качества	распознавание изображений	раннее выявление дефектов	94	низкая
Борьба с вредителями	нейронные сети	профилактика потерь	87	высокая

Постепенное внедрение технологий, подкрепленное поддержкой государства, способно изменить отношение к инновациям [12, 13]. При этом экономические и экологические выгоды технологий являются очевидными, но их реализация требует стратегического подхода. Например, инвестиции не просто увеличивают объемы выпуска, но и трансформируют структуру производства, что особенно важно в условиях изменения климата. Кроме того, рост доходов фермеров укрепляет сельскую экономику, а снижение отходов и химического воздействия способствует сохранению природных ресурсов (табл. 3).

На глобальном уровне страны, инвестирующие в технологии, усиливают свое влияние. Например, производители из США или Германии, где внедрение происходит более активно, наращивают экспорт, тогда как регионы с низким уровнем адаптации теряют долю рынка. Все это подчеркивает, что технологический прогресс становится определяющим фактором конкурентоспособности.

Кроме того, использование больших данных и искусственного интеллекта в хмелеводстве открывает путь к повышению эффективности, экологической ответственности и глобального влияния. Данные технологии позволяют производителям лучше реагировать на рыночные вызовы, оптимизировать ресурсы и улучшать качество продукции.

Таблица 3

Экономический и экологический эффект от цифровых технологий

Table 3

Economic and environmental impact of digital technologies

Показатель	Эффект	Пример	Экономия, %	Экологический вклад
Рост прибыльности	увеличение доходов	+20% урожайности	14	средний
Сохранение ресурсов	меньше воды и удобрений	-30% водопотребления	26	высокий
Снижение отходов	меньше непроданного хмеля	-10% излишков	11	средний
Устойчивое развитие	снижение выбросов	меньше химикатов	21	высокий
Рыночная позиция	премиальные цены	спрос на редкие сорта	19	низкий

Выводы

Conclusions

Таким образом, цифровые технологии становятся неотъемлемой частью развития хмелепродуктового подкомплекса, обеспечивая значительный рост его эффективности. При этом системы точного земледелия, имитационное моделирование и платформы управления цепочками поставок позволяют оптимизировать ключевые процессы, что особенно важно в условиях современных экономических и экологических вызовов.

Внедрение инновационных инструментов способствует повышению урожайности и снижению затрат. При этом рост производительности на 15–20%, сокращение логистических издержек на 25% и уменьшение потерь продукции на 10% демонстрируют экономический потенциал цифровизации. Это говорит о том, что цифровые решения способны кардинально изменить подходы к организации производства и сбыта хмеля.

Социальные аспекты цифровизации также заслуживают внимания, так как улучшение условий труда, появление новых рабочих мест и развитие сельских территорий становятся важным результатом внедрения технологий, что особенно заметно в регионах, где хмелеводство играет значительную роль в экономике, – таких, как Чувашская Республика. Подобные изменения способствуют повышению качества жизни и привлечению молодежи в отрасль.

Процесс трансформации рынка хмелесырья и хмелепродуктов сталкивается с серьезными препятствиями, а высокая стоимость оборудования и программ, нехватка квалифицированных специалистов и слабая инфраструктура в сельской местности ограничивают масштабы цифровизации. Указанные барьеры особенно остро ощущаются малыми предприятиями, для которых доступ к инновациям остается затрудненным. При этом государственная поддержка играет ключевую роль в решении указанных проблем, а финансирование закупок техники, организация обучающих программ и модернизация инфраструктуры способны значительно ускорить процесс внедрения цифровых решений. В то же время успешная цифровизация требует комплексного подхода, объединяющего усилия всех участников подкомплекса, а координация между производителями, переработчиками и государственными органами позволяет не только устранить существующие преграды, но и создать условия для устойчивого развития. В итоге цифровые технологии открывают путь к модернизации хмелепродуктового подкомплекса, обеспечивая его конкурентоспособность на глобальном уровне, а анализ опыта российских регионов демонстрирует, что при наличии продуманной стратегии и поддержки со стороны государства отрасль способна достичь значительного прогресса, внося вклад в экономику страны и развитие сельских территорий.

Список источников

1. Trukhachev V., Bobrishev A., Khokhlova E. et al. Personnel Training for the Agricultural Sector in Terms of Digital Transformation of the Economy: Trends, Prospects and Limitations. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019;10(1):2145-2155. EDN: WUHBRA
2. Акинин А.В. Экономическое влияние цифровых технологий на агропромышленные комплексы // *Научный Лидер*. 2025. № 17 (218). С. 215–217. EDN: ХТМҮНК
3. Парпиева Н.Р. Цифровая трансформация АПК: новые вызовы и возможности // *Вопросы отраслевой экономики*. 2025. № 1 (9). С. 65–72. <https://doi.org/10.24888/2949-2793-2025-9-65-72>
4. Ашмарина Т.И., Водяников В.Т., Гладыш Ю.М. и др. *Цифровые трансформации в аграрном секторе экономики*: Монография. Москва: Сам Полиграфист, 2021. 340 с. EDN: PJWGVJ
5. Афанасьева О.Г. Эффективность использования имитационного моделирования в оценке инвестиционного потенциала хмелеводства // *Экономика сельского хозяйства России*. 2025. № 4. С. 138–143. <https://doi.org/10.32651/254-138>
6. Доброва А.Н., Захаров А.И. Развитие хмелеводства на основе кластерного подхода (на примере Чувашской Республики) // *Территория инноваций*. 2017. № 7 (11). С. 36–42. EDN: ZFBIDH

7. Каратаева О.Г., Яппарова И.В., Балахонова Е.В. и др. Форсайт и инновационные тренды развития сельских территорий // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*. 2022. № 4 (44). С. 46–57. <https://doi.org/10.21685/2227-8486-2022-4-3>
8. Афанасьева О.Г. Система критериев и оценочных показателей экономической эффективности функционирования хмелеводческой подотрасли // *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2025. № 2 (120). С. 154–160. <https://doi.org/10.33938/252-154>
9. Бирюкова Т.В., Ашмарина Т.И., Каратаева О.Г. и др. Векторы приоритетного развития АПК // *Известия Международной академии аграрного образования*. 2022. № 63. С. 69–72. EDN: YANOCZ
10. Винокурова Е.В. Инновационные подходы к разработке модели хмелеводческого кластера // *Вестник Академии знаний*. 2024. № 6 (65). С. 200–203. EDN: GMRPSC
11. Паранина Н.А. Возрождение хмелеводства – перспективное направление развития экономики региона // *Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России*. 2019. № 6. С. 126–130.
12. Захаров А.И., Евграфов О.В., Макушев А.Е. и др. Резервы повышения эффективности производства хмеля // *Известия Международной академии аграрного образования*. 2017. № 32. С. 68–73. EDN: YFNGTH
13. Черняков М.К., Чернякова М.М., Останин М.К. Роль цифровых технологий в агропромышленном комплексе // *Modern Economy Success*. 2025. № 3. С. 252–258. EDN: VYNSQJ

References

1. Trukhachev V., Bobrishev A., Khokhlova E., Fedisko O. et al. Personnel Training for the Agricultural Sector in Terms of Digital Transformation of the Economy: Trends, Prospects and Limitations. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019;10(1):2145-2155.
2. Akinin A.V. Economic impact of digital technologies on agro-industrial complexes. *Scientific Leader*. 2025;(17(218)):215-217. (In Russ.)
3. Parpieva N.R. Digital transformation of the agro-industrial complex: new challenges and opportunities. *Voprosy otraslevoy ekonomiki*. 2025;(1(9)):65-72. (In Russ.) <https://doi.org/10.24888/2949-2793-2025-9-65-72>
4. Ashmarina T.I., Vodyannikov V.T., Gladyshev Yu.M., Lemeshko T.B. et al. *Digital transformations in the agrarian sector of the economy*. Moscow, Russia: Sam Poligrafist, 2021:340. (In Russ.)
5. Afanaseva O.G. Efficiency of using simulation modeling in assessing the investment potential of hop growing. *Economics of Agriculture of Russia*. 2025;(4):138-143. (In Russ.) <https://doi.org/10.32651/254-138>
6. Dobrova A.N., Zakharov A.I. Development of hop-growing based on a cluster approach (on the example of the Chuvash Republic). *Territoriya innovatsiy*. 2017;(7(11)):36-42. (In Russ.)
7. Karataeva O.G., Yapparova I.V., Balakhonova E.V., Bakhteev Yu.D. Foresight and rural development trends. *Models, Systems, Networks in Economics, Engineering, Nature, and Society*. 2022;(4(44)):46-57. (In Russ.) <https://doi.org/10.21685/2227-8486-2022-4-3>
8. Afanasyeva O.G. System of criteria and evaluation indicators of economic efficiency of the hop-growing sub-industry. *Ekonomika, trud, upravlenie v selskom khozyaystve*. 2025;(2(120)):154-160. (In Russ.) <https://doi.org/10.33938/252-154>

9. Biryukova T.V., Ashmarina T.I., Karataeva O.G., Voronovskaya E.V. Vectors of priority development of the agro-industrial complex. *Izvestiya Mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya*. 2022;(63):69-72. (In Russ.)

10. Vinokurova E.V. Innovative approaches to the development of a hop cluster model. *Vestnik Akademii znaniy*. 2024;(6(65)):200-203. (In Russ.)

11. Paranina N.A. Revival of hop-growing – a promising trend for the development of the regional economy. *Inzhenernye kadry – budushchee innovatsionnoy ekonomiki Rossii*. 2019;(6):126-130. (In Russ.)

12. Zakharov A.I., Evigrafov O.V., Makushev A.E., Zakharov D.A. et al. Reserves of increase of efficiency of production of hops. *Izvestiya Mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya*. 2017;(32):68-73. (In Russ.)

13. Chernyakov M.K., Chernyakova M.M., Ostanin M.K. The role of digital technologies in the agro-industrial complex. *Modern Economy Success*. 2025;(3):252-258. (In Russ.)

Сведения об авторах

Оксана Григорьевна Каратаева, канд. экон. наук, доцент кафедры педагогики и психологии профессионального образования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: okarataeva@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5016-225X>

Екатерина Леонидовна Чепурина, д-р техн. наук, заведующий кафедрой инженерной и компьютерной графики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: chepurina@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1844-9119>

Дарья Леонидовна Кушнарева, канд. техн. наук, доцент кафедры инженерной и компьютерной графики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: d.kushnareva@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2653-4938>

Инна Алексеевна Вахрушева, канд. пед. наук, доцент кафедры высшей математики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: vakhrusheva@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5526-5098>

Светлана Ивановна Чебаненко, канд. с.-х. наук, доцент кафедры защиты растений, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: svchebanenko@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6128-1948>

Константин Акакиевич Джикия, канд. с.-х. наук, доцент кафедры экономики и организации производства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный

аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: kadzhikiya@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0344-9079>

Information about the authors

Oksana G. Karataeva, CSc (Econ), Associate Professor at the Department of Pedagogy and Psychology of Professional Education, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: okarataeva@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5016-225X>

Ekaterina L. Chepurina, DSc (Eng), Head of the Department of Engineering and Computer Graphics, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: chepurina@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1844-9119>

Daria L. Kushnareva, CSc (Eng), Associate Professor at the Department of Engineering and Computer Graphics, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: d.kushnareva@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2653-4938>

Inna A. Vakhrusheva, CSc (Ed), Associate Professor at the Department of Higher Mathematics, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: vakhrusheva@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5526-5098>

Svetlana I. Chebanenko, CSc (Ag), Associate Professor at the Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: svchebanenko@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6128-1948>

Konstantin A. Dzhikiya, CSc (Ag), Associate Professor at the Department of Economics and Production Organization, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: kadzhikiya@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0344-9079>