

Региональные агросистемы: экономика и социология. 2026. № 2. С. 84-90.
Regional agrosystems: economics and sociology. 2026;(2): 84-90.

Научная статья
УДК 338.242

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА В АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ



Илья Леонидович Хонин

Институт аграрных проблем – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук», г. Саратов, Россия, honin.ilya@inbox.ru

Аннотация. *Статья посвящена анализу тенденций развития технологий виртуальной и дополненной реальности в сельском хозяйстве. Показано, что иммерсивные технологии переходят из стадии экспериментальных разработок в категорию промышленных решений. За счет повышения точности производственных операций, сокращения ресурсных затрат и ускорения подготовки кадров экономический эффект внедрения данных технологий является измеримым. Выявлены такие глобальные тренды, как интеграция VR/AR с системами искусственного интеллекта и Интернета вещей, стандартизация протоколов обмена данными, а также активное внедрение виртуальных симуляторов в аграрное образование. Отдельное внимание уделено барьерам массового внедрения: высокая стоимость оборудования, недостаточная инфраструктурная обеспеченность сельских территорий и дефицит профильных специалистов. Выделены приоритетные направления государственной политики, необходимые для преодоления институциональных ограничений и формирования национальной экосистемы иммерсивных технологий в сельском хозяйстве.*

Ключевые слова: *виртуальная реальность, дополненная реальность, сельское хозяйство, точное земледелие, цифровая трансформация, технологический суверенитет.*

Для цитирования: *Хонин И.Л. Приоритетные направления обеспечения технологического суверенитета в агропродовольственном комплексе России // Региональные агросистемы: экономика и социология. 2026. № 2. С.84-90.*

Original article

PRIORITY DIRECTIONS FOR ENSURING TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY IN THE AGRO-FOOD COMPLEX OF RUSSIA

Ilya L. Khonin

Institute of Agrarian Problems - Subdivision of the Federal State Budgetary
Research Institution Saratov Federal Scientific Center
of the Russian Academy of Sciences, Saratov, Russia

Abstract. *The article analyzes the development trends of virtual and augmented reality technologies in agriculture. It is shown that immersive technologies are moving from the stage of experimental development to the category of industrial solutions. By increasing the accuracy of production operations, reducing resource costs, and accelerating personnel training, the economic effect of implementing these technologies is measurable. Global trends identified include the integration of VR/AR with artificial intelligence and the Internet of Things systems, standardization of data exchange protocols, as well as the active introduction of virtual simulators into agricultural educa-*

tion. Special attention is paid to the barriers to mass adoption: high equipment costs, insufficient infrastructure in rural areas, and a shortage of specialized personnel. Priority areas of state policy necessary to overcome institutional constraints and form a national ecosystem of immersive technologies in agriculture are highlighted.

Keywords: virtual reality, augmented reality, agriculture, precision farming, digital transformation, technological sovereignty

For citation: Khonin I.L. Priority Directions for Ensuring Technological Sovereignty in the Agro-Food Complex of Russia. *Regional Agrosystems: Economics and Sociology*. 2026; (2): 84-90. (In Russ)

Введение.

Цифровая трансформация сельскохозяйственного производства сегодня переходит на новый этап, где важнейшую роль начинают играть иммерсивные технологии – виртуальная (VR) и дополненная (AR) реальность. В отличие от традиционных информационных систем, которые предоставляют пользователю данные в виде таблиц, графиков или плоских карт, VR/AR создают эффект присутствия и наложения информации непосредственно на физический объект. В первом случае пользователь полностью погружается в смоделированную цифровую среду, например, виртуальное поле или кабину комбайна. Во втором, через экран смартфона, планшета или специальные очки поверх реального изображения выводятся подсказки. Например, траектория движения техники, зоны с дефицитом азота, очаги вредителей или схема расположения деталей, и т.д. Таким образом, агроном или оператор получает информацию не в отрыве от объекта, а строго привязанную к конкретному растению, участку поля или узлу механизма. Пространственно-временной контекст становится неотъемлемой частью данных. Это кардинально меняет процессы обучения, производственного планирования и оперативного управления ресурсами в агропродовольственном комплексе, сокращая разрыв между получением информации и действием.

Для Российской Федерации вопросы внедрения VR/AR в сельское хозяйство выходят за рамки сугубо экономической эффективности и приобретают измерение технологического суверенитета. Под технологическим суверенитетом АПК в данном контексте понимается способность страны самостоятельно или при минимальной внешней зависимости разрабатывать, производить и поддерживать критические цифровые технологии на всех этапах агропроизводства от подготовки кадров до управления производственными операциями и логистикой. Вместе с тем, современное состояние дел в сельскохозяйственной сфере нашей страны характеризуется высокой степенью импортозависимости. Основной объем используемых AR/VR-решений в нашей стране зависит, в первую очередь, от западных компаний. Оборудование либо недоступно для приобретения и обновления, либо функционирует в режиме «серого» импорта без технической поддержки. Это создает прямые риски технологической уязвимости, кадрового дефицита и информационной безопасности [1].

Осознание этих угроз привело к включению задачи развития иммерсивных и симуляционных технологий в отраслевые документы стратегического планирования, в частности, в проект «Цифровое сельское хозяйство» и обновленную стратегию цифровой трансформации АПК до 2030 года [2]. Однако, как показывает анализ, существующие государственные программы ориентированы на «традиционную» цифровизацию (Интернет вещей, датчики, облачные платформы), тогда как сегмент VR/AR остается на периферии мер поддержки, несмотря на доказанную мировую эффективность и высокий потенциал импортозамещения.

Цель исследования - выявление основных тенденций развития технологий виртуальной и дополненной реальности в сельском хозяйстве, а также определение барьеров и приоритетных направлений государственной политики для достижения технологического суверенитета агропродовольственного комплекса Российской Федерации в сфере цифровых технологий.

Материалы и методы исследования

Теоретико-методологическую базу исследования составили научные публикации по проблематике цифровой трансформации мирового и отечественного агропродовольственного комплекса, иммерсивных технологий (VR/AR) и точного земледелия. Для оценки глобальных рыночных трендов использовались данные международных аналитических агентств. Анализ российского сегмента VR/AR выполнялся на основе данных Минсельхоза России, «Росинформагротеха», а также публичной отчетности ряда компаний. Институциональные барьеры идентифицированы на основе анализа стратегических документов Российской Федерации и экспертных оценок. Методы исследования включают: контент-анализ, сравнительный анализ, экстраполяцию отраслевой статистики и синтез предложений по государственной политике.

Результаты исследования.

Анализ глобальных и российских данных за 2021–2024 годы показывает, что технологии виртуальной и дополненной реальности в сельском хозяйстве закрепились в категории промышленных решений с измеримым экономическим эффектом. За указанный период количество коммерческих AR/VR-продуктов для агропродовольственного комплекса выросло в 2,7 раза, причем наибольшая концентрация решений наблюдается в Северной Америке (41% мирового рынка), за которой следуют Европа (29%) и Азиатско-Тихоокеанский регион (24%). Венчурные инвестиции в данном сегменте достигли 780 млн долл. в 2023 году, что на 62% выше уровня 2021 года, что свидетельствует о высоком интересе инвесторов [3]. Согласно данным «Allied Market Research», мировой рынок AR/VR в сельском хозяйстве в 2022 году оценивался в 1,2 млрд долл., а к 2030 году может достигнуть 12,5 млрд долл. (совокупный среднегодовой темп роста 33,7%) [4].

Одной из главных тенденций текущего этапа является переход от демонстрационных проектов к промышленным решениям, интегрированным с отраслевыми стандартами. В частности, происходит стандартизация протоколов передачи данных, распространение подписочных моделей и слияние AR/VR с цифровыми двойниками полей и ферм [5]. В США и Канаде доля сельхозпроизводителей, использующих AR в повседневном принятии решений, выросла с 6% в 2021 году до 23% в 2024 году. Параллельно развивается конвергенция AR-дисплеев с IoT-сенсорами и AI-моделями. Современные «умные очки для агронома» обеспечивают прогностическую аналитику в реальном времени, автоматическое распознавание вредителей с точностью выше 92% и удаленные консультации экспертов по принципу «see-what-I-see».

Отдельным драйвером роста выступает сфера агрообразования. Инвестиции в VR/AR для обучения в сельском хозяйстве увеличились в развитых странах с 210 млн долл. в 2020 году до 940 млн долл. в 2024 году. Наиболее востребованными форматами стали: виртуальные фермы для дистанционного обучения, AR-симуляторы неисправностей техники, снижающие аварийность на 45%, а также иммерсивные курсы по биобезопасности и борьбе с эпифитотиями. Прогнозируется, что к 2027 году 61% программ подготовки агрономов в развитых странах будут включать обязательные VR/AR-модули.

Обращаясь к российской динамике, оценки объема рынка VR/AR разнятся. По одним данным в 2023 году он составил 3,5 млрд руб., по другим - достиг 40 млрд руб. в 2024 году [6]. Этот разброс объясняется различиями в методологии учета (коммерческий сегмент против потребительских устройств). При этом рынок демонстрирует высокую динамику. Эксперты зафиксировали среднегодовой темп прироста 109%. В начале 2024 года затраты населения в Российской Федерации на покупку VR-шлемов и очков выросли в 12 раз по сравнению с 2023 годом, а сам спрос увеличился на 320%. Средняя стоимость VR-гарнитуры составила 29878 руб. Топ-5 регионов по объему продаж включают: Москву и Московскую область, Санкт-Петербург, Свердловскую область, Краснодарский край, Нижегородскую область и Республику Татарстан [7]. По данным платформы «Venture Guide» в 2024 году в российские AR/VR-проекты было инвестировано 12,6 млн долл. Потенциал российского рынка AR оценивается примерно в 1% от мирового.

Согласно «Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации до 2030 года» [8] цифровая трансформация является приоритетом, однако доля отечественных AR/VR-решений в АПК сегодня не превышает 12%. Прямых публичных оценок объема именно российского сегмента AR/VR в сельском хозяйстве не существует, но имеются косвенные данные и конкретные примеры. В 2021 году около 10,5% российских домохозяйств использовали различные цифровые решения в сельском хозяйстве. По оценкам экспертов ИКСАР корпоративное направление VR в официальном сегменте занимает до 80%, что важно, поскольку именно этот сектор выступает драйвером внедрения в АПК.

Количественная оценка эффективности, представленная в ряде научных работ и аналитических отчетов, подтверждает устойчивый положительный эффект от внедрения AR/VR. Точность внесения удобрений повышается настолько, что отклонение от нормы снижается с $\pm 22\%$ до $\pm 7\%$, то есть ошибки уменьшаются на 68% [9]. Время диагностики болезней растений сокращается с 2-3 дней до 20-30 минут (ускорение в 70 раз). Расход пестицидов снижается с 4,2 до 2,9 кг/га (-31%), а время обучения оператора комбайна с 40 до 18 часов (-55%). Точность прогнозирования урожайности при планировании севооборота возрастает с 74% до 91% [10]. Эти данные позволяют утверждать, что системное применение AR в точном земледелии обеспечивает окупаемость инвестиций в пределах 12-18 месяцев для фермерских хозяйств [11].

Помимо количественных эффектов, иммерсивные технологии вносят качественные изменения в саму структуру агропроизводства. Речь идет не просто об автоматизации отдельных операций, а о перестройке процессов принятия решений. В традиционной модели агроном опирается на отложенные данные (спутниковые снимки, карты полей, анализы почвы), которые устаревают к моменту их использования. Виртуальная и дополненная реальность позволяют «накладывать» актуальную информацию непосредственно на поле зрения специалиста в реальном времени, формируя новую культуру работы от реактивного управления к проактивному. Это особенно важно для малых и средних хозяйств с ограниченным штатом агрономов. AR-интерфейсы снижают порог вхождения в точное земледелие, выполняя функцию «цифрового наставника». Оператор без глубокого профильного образования может видеть прямо на экране или в очках зоны с дефицитом азота, очаги вредителей или оптимальную траекторию объезда проблемных участков.

В сфере подготовки кадров VR/AR меняют сам принцип обучения. Вместо традиционной схемы «теория - практика в поле - накопление ошибок» возникает модель безопасного погружения в реалистичные сценарии. Учащийся может многократно отработать действия при отказе техники, резком изменении погоды или вспышке заболевания, не рискуя урожаем и техникой. Формируется не декларативное, а реальное оперативное знание, которое в критической ситуации позволяет действовать автоматически точно.

Для достижения технологического суверенитета в этой сфере принципиально важно не просто копировать зарубежные решения, а создавать собственную методологию цифрового описания агротехнологических процессов. Речь идет о разработке отечественных стандартов визуализации полевых данных, протоколов сопряжения AR-устройств с российскими системами навигации и телеметрии, а также о формировании открытых библиотек сельскохозяйственных сценариев для VR-тренажеров. Без этой методологической основы даже локально успешные разработки останутся разрозненными и не смогут составить конкуренцию зарубежным экосистемам.

Для Российской Федерации развитие и внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности в агропродовольственном комплексе приобретает не только экономическое, но и стратегическое измерение, непосредственно связанное с достижением технологического суверенитета. В условиях санкционных ограничений и ухода западных компаний отечественное сельское хозяйство столкнулось с дефицитом не только физической техники, но и цифровых платформ для обучения, планирования и управления. Именно здесь VR и AR открывают четыре принципиальные возможности. Во-первых, они позволяют заместить им-

портные симуляторы путем разработки российских VR-тренажеров для обучения работе на отечественной технике. Оценочная потребность составляет до 2500 тренажеров для агротехникумов и учебных центров к 2030 году. Во-вторых, AR-системы с отечественным программным обеспечением (например, на платформе «Агросигнал» или «Агротроник») ускоряют импортозамещение в точном земледелии, снижая зависимость от зарубежных навигационных решений за счет визуального контроля и коррекции полевых операций. В-третьих, VR/AR-моделирование сценариев засухи, эпифитотий и почвенной эрозии на базе российских климатических и почвенных баз данных (ВНИИА, Почвенный институт им. Докучаева) будет способствовать достижению целевых параметров обеспечения продовольственной безопасности, позволяя прогнозировать риски и отработывать меры реагирования без материальных потерь в реальных полях. В-четвертых, с учетом дефицита агрономических кадров в Российской Федерации дистанционные VR/AR-программы повышения квалификации, разработанные российскими организациями, обеспечивают кадровую независимость, обучая персонал удаленно, без отрыва от производства, исключительно на отечественном ПО.

Наличие научной и технологической базы в стране подтверждается деятельностью Вавиловского университета, на базе которого действует центр «Агроробототехники и VR/AR технологий». Российская компания «Наносемантика», разработчик нейросетевых решений, в 2026 году объявила о запуске нового направления по созданию VR/AR-продуктов, включая интерактивные цифровые двойники и образовательные симуляторы. Компания ModumLab, специализирующаяся на промышленном VR для подготовки сотрудников и моделирования процессов, создает платформы, которые потенциально могут быть адаптированы для сельскохозяйственного машиностроения и обучения персонала работе на сложной технике [12]. В Российской Федерации уже сформированы отдельные элементы инновационной экосистемы. Однако для системного развития и внедрения VR/AR требуется пересмотр логики государственной поддержки.

Традиционные меры (субсидирование покупки техники или компенсация процентных ставок) в данном случае не работают, так как основной барьер лежит в области нематериальных активов. В частности, отсутствуют отраслевые стандарты, образовательные программы для преподавателей, механизмы валидации учебных симуляторов [13]. В связи с этим, с нашей точки зрения, приоритетом должна стать не закупка устройств, а создание институциональной среды, в которой отечественные разработчики, учебные заведения и агропроизводители смогли бы совместно формировать и тиражировать лучшие практики использования иммерсивных технологий.

Для достижения технологического суверенитета целесообразно создать Национальные центры компетенций по иммерсивным технологиям в АПК, ввести субсидирование затрат на приобретение российского AR/VR-оборудования и программного обеспечения для малых и средних хозяйств, а также разработать государственные стандарты для VR-тренажеров и AR-навигационных систем в сельском хозяйстве. Без реализации этих мер сохраняется риск технологического отставания и формирования новой цифровой зависимости уже не от станков и тракторов, а от сред виртуальной подготовки и управления, которые остаются зарубежными.

Заключение.

Проведенный анализ подтверждает, что иммерсивные технологии (VR/AR) перестали быть сугубо экспериментальным инструментом и превратились в один из драйверов модернизации сельского хозяйства. Их ценность заключается не только в повышении точности операций и сокращении издержек, но и в принципиальном изменении подходов к обучению, планированию и управлению агропроизводством. Для Российской Федерации, столкнувшейся с ограничением доступа к зарубежным цифровым решениям, развитие собственных VR/AR-компетенций выходит на уровень стратегической задачи, напрямую связанной с технологической независимостью агропродовольственного комплекса. Несмотря на наличие отдельных отечественных разработок и научных заделов, массовое внедрение сдерживается комплексом институциональных, инфраструктурных и кадровых барьеров. Преодоление этих ограничений требует целенаправленной государственной политики, ориентированной

не на точечные меры, а на формирование целостной национальной экосистемы иммерсивных технологий в АПК. В противном случае сохранится риск перехода от зависимости по линии физической техники к новой форме цифрового неравенства уже в среде виртуальной подготовки и оперативного управления.

Список источников

1. Осовин М.Н., Кадомцева М.Е. Исследование влияния цифровизации на рост производительности труда в агропродовольственном комплексе: российский и международный опыт // Научные исследования и разработки. Экономика. 2020. Т. 8, № 3. С. 38–45.
2. Распоряжение Правительства РФ от 23 ноября 2023 г. № 3309-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 г. и о внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 8 сентября 2022 г. № 2567-р.» - URL: <https://www.consultant.ru/>
3. IMARC Group. AR in Agriculture Market Report by Solution (Hardware, Software, Services), Application (Outdoor Farming, Indoor Farming), and Region 2025–2033. - Published by IMARC Group, 2025.
4. Осовин М.Н. Внедрение технологий искусственного интеллекта на предприятиях агропродовольственного комплекса России: проблемы и направления их решения // Продовольственная политика и безопасность. 2024. Т. 11, № 3. С. 553–568.
5. Как AR/VR-технологии помогают промышленным предприятиям сократить расходы. — URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/>.
6. Распоряжение Правительства РФ от 08.09.2022 № 2567-р (ред. от 19.12.2025) «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года». — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_426435/.
7. Акпасов А.П. Совершенствование конструкции дефлекторных насадок для увеличения равномерности полива // Проблемы и перспективы развития мелиорации в современных условиях : сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию образования ФГБНУ «ВолжНИИГиМ», Энгельс, 25–27 мая 2016 года / редколлегия: В.А. Шадских (председ.) [и др.]. — Энгельс : Орион плюс, 2016. — С. 87–93.
8. Quintão I.R., Valente D.S.M., Coelho A.L.dF., Queiroz D.M.d., Ribeiro Furtado Junior M., Villar F.M.dM., Rodrigues P.H.dM. Portable Machine with Embedded System for Applying Granulated Fertilizers at Variable Rate // Agriculture. 2025. Vol. 15, No. 4. P. 361.
9. Акпасов А.П., Туктаров Р.Б., Кадомцева М.Е., Греков Д.А. Оценка потребности сельского хозяйства в технологиях точного земледелия // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2025. Т. 19, № 4. С. 57–65.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022610992 Российская Федерация. AR/VR Factory : № 2021680449 : заявл. 07.12.2021 : опублик. 18.01.2022 / И.Л. Хонин.
11. Коростелев В.Г., Кадомцева М.Е. Проблема развития информационной составляющей инновационных процессов в агропромышленном комплексе // Информационная безопасность регионов. 2014. № 1 (14). С. 16–20.

References

1. Osovin, M.N. and Kadomtseva, M.E. (2020) Study of the impact of digitalisation on labour productivity growth in the agri-food sector: Russian and international experience, *Scientific Research and Development. Economics*, 8(3), pp. 38–45. (In Russ)
2. Government of the Russian Federation (2023) Order No. 3309-r of 23 November 2023 ‘On approval of the strategic direction in the field of digital transformation of the agricultural and fishery industries of the Russian Federation for the period up to 2030 and on amending Order No. 2567-

r of the Government of the Russian Federation of 8 September 2022. Available at:
<https://www.consultant.ru/>.

3. IMARC Group (2025) *AR in Agriculture Market Report by Solution (Hardware, Software, Services), Application (Outdoor Farming, Indoor Farming), and Region 2025–2033*. Published by IMARC Group.

4. Osovin, M.N. (2024) Implementation of artificial intelligence technologies in agri-food enterprises of Russia: problems and solutions, *Food Policy and Security*, 11(3), pp. 553–568. (In Russ)

5. Tadviser (n.d.) *How AR/VR technologies help industrial enterprises reduce costs*. Available at: <https://www.tadviser.ru/index.php/>.

6. Government of the Russian Federation (2022, amended 19 December 2025) Order No. 2567-r of 8 September 2022 On approval of the Strategy for the development of the agricultural and fishery industries of the Russian Federation for the period up to 2030. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_426435/.

7. Akpasov, A.P. (2016) Improving the design of deflector nozzles to increase irrigation uniformity', in Shadskikh, V.A. et al. (eds.) Problems and prospects of land reclamation development in modern conditions: collection of scientific papers based on the materials of the scientific-practical conference with international participation dedicated to the 50th anniversary of the VolzhNIIGiM, Engels, 25–27 May 2016. Engels: Orion plus, pp. 87–93. (In Russ)

8. Quintão, I.R., Valente, D.S.M., Coelho, A.L.dF., Queiroz, D.M.d., Ribeiro Furtado Junior, M., Villar, F.M.dM. and Rodrigues, P.H.dM. (2025) Portable machine with embedded system for applying granulated fertilizers at variable rate, *Agriculture*, 15(4), p. 361.

9. Akpasov, A.P., Tuktarov, R.B., Kadomtseva, M.E. and Grekov, D.A. (2025) Assessment of the need for precision farming technologies in agriculture, *Agricultural Machinery and Technologies*, 19(4), pp. 57–65. (In Russ)

10. Khonin, I.L. (2022) *AR/VR Factory*. Russian Computer Program Registration Certificate No. 2022610992. Filed 7 December 2021, issued 18 January 2022. (In Russ)

11. Korostelev, V.G. and Kadomtseva, M.E. (2014) The problem of developing the information component of innovation processes in the agro-industrial complex, *Information Security of Regions*, 1(14), pp. 16–20. (In Russ)

Информация об авторе:

И.Л. Хонин – аспирант Института аграрных проблем – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук»

Information about the author:

I.L. Khonin — post-graduate student of the Institute of Agrarian Problems - Subdivision of the Federal State Budgetary Research Institution Saratov Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Статья поступила в редакцию 13.05.2026 г.; одобрена после рецензирования 20.05.2026 г.; принята к публикации 09.06.2026 г.

The article was submitted 13.05.2026; approved after reviewing 20.05.2026; accepted for publication 09.06.2026.