

Хабарова Надежда Денисовна

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А.Тимирязева

Цифровой прорыв в сельском хозяйстве: концепция Индустрии 5.0 и её значение для аграрного сектора

Аннотация. Статья посвящена влиянию цифровой революции на сельское хозяйство и переходу к концепции Индустрии 5.0, которая акцентирует внимание на интеграции передовых технологий, таких как искусственный интеллект, робототехника и интернет вещей, в аграрные процессы. Обсуждаются преимущества цифровизации, включая повышение эффективности, снижение затрат и улучшение экологической устойчивости. В статье подчеркивается важность квалификации работников для успешного внедрения технологий Индустрии 4.0 и 5.0, а также необходимость создания специализированных образовательных программ. Рассматриваются ключевые стандарты, способствующие интеграции новых технологий в производственные процессы, и акцентируется внимание на значении партнерства между человеком и машиной. Также обсуждаются проблемы нехватки квалифицированных кадров в агропромышленном комплексе и предлагаются пути решения, включая государственную поддержку и развитие образовательных инициатив. В заключение, статья подчеркивает, что успешное развитие цифрового сельского хозяйства зависит от наличия специалистов, способных эффективно сочетать аграрные знания с современными информационными технологиями.

Ключевые слова: цифровизация сельского хозяйства, индустрия 5.0, квалификация кадров АПК, интеграция технологий, экономическая устойчивость.

Khabarova Nadezhda DenisovnaRussian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after
K.A.Timiryazev**Digital breakthrough in agriculture: the concept of Industry 5.0 and its significance for the agricultural sector**

Annotation. The article is devoted to the impact of the digital revolution on agriculture and the transition to the 5.0 Industry concept, which focuses on the integration of advanced technologies such as artificial intelligence, robotics and the Internet of Things into agricultural processes. The benefits of digitalization are discussed, including increased efficiency, lower costs, and improved environmental sustainability. The article highlights the importance of employee qualifications for the successful implementation of Industry 4.0 and 5.0 technologies, as well as the need to create specialized educational programs. The key standards that facilitate the integration of new technologies into production processes are considered, and attention is focused on the importance of partnership between man and machine. The problems of the shortage of qualified personnel in the agro-industrial complex are also discussed and solutions are proposed, including government support and the development of educational initiatives. In conclusion, the article emphasizes that the successful development of digital agriculture depends on the availability of specialists who are able to effectively combine agricultural knowledge with modern information technologies.

Keywords: digitalization of agriculture, industry 5.0, qualification of agricultural personnel, technology integration, economic sustainability.

Сегодня цифровая революция активно проникает в сельское хозяйство, ускоряя переход к концепции Индустрия 5.0. Этот этап характеризуется интеграцией передовых технологий, таких как искусственный интеллект, робототехника, интернет вещей и большие данные, непосредственно в производственные процессы аграрного сектора.

Цифровизация открывает возможности для повышения эффективности, снижения расходов и улучшения экологической устойчивости сельского хозяйства. Фермерские хозяйства начинают широко использовать дроны для контроля посевов, умные сенсоры для анализа состояния почвы и климатических условий, а также роботизированные машины для сбора урожая. Все это позволит обеспечить стабильный прирост объемов производства качественной сельскохозяйственной продукции, поддерживая продовольственную безопасность страны.

Переход от концепции Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 знаменует новый этап эволюции производственной деятельности, в частности, в сфере сельского хозяйства. Этот сдвиг предполагает интеграцию человеческого труда и новейших технологий в единый рабочий цикл, направленный на повышение эффективности, устойчивости и персонализации производства.

Индустрия 4.0 была сосредоточена на масштабировании автоматизации и цифровизации производственных процессов посредством внедрения Интернета вещей (IoT), Big Data-аналитики, роботов и искусственного интеллекта (ИИ). В результате такого подхода существенно возросла скорость производства, точность операций и снизились издержки [1].

Чтобы успешно внедрить принципы Индустрии 4.0 в сельское хозяйство, аграрии должны обладать соответствующей квалификацией. Это относится ко всем уровням подготовки на предприятии: цифровизация содержания важна как для дуального образования и профессиональной деятельности, так и для различных программ повышения квалификации. Основные направления обучения включают оценку и анализ данных, управление процессами и взаимодействие с клиентами. Такая подготовка должна быть постоянной по мере поэтапного перехода к Индустрии 5.0.

Важно рассматривать квалификацию как одну из ключевых задач управления. Рекомендуется применять цифровые форматы для передачи информации, что позволит наглядно продемонстрировать взаимосвязи на основе реальных данных производственного процесса. Смарт-терминалы, интегрированные с киберфизическими системами, помогут сотрудникам получить необходимые знания.

Обучение технических специалистов на территориях агропромышленных парков требует комплексного и практико-ориентированного подхода, которая позволяет подготовить квалифицированных специалистов, способных эффективно использовать современные технологии и внедрять инновации в агропромышленном комплексе [2]. Основным аспектом решения данной задачи является создание специализированных образовательных программ, отвечающих стандартам Индустрии 4.0, которые приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Международная и национальная стандартизация в области «Индустрии 4.0»

Стандарты в сфере Индустрии 4.0 направлены на обеспечение совместимости, безопасности и эффективного функционирования современных производственных систем. Они помогают предприятиям интегрировать новые технологии, такие как интернет вещей (IoT), большие данные, искусственный интеллект и другие, в существующие производственные процессы.

Тем не менее, данная стадия индустриализации характеризуется некоторым ограничением, связанным с уменьшением роли человека в принятии критичных решений и дефицитом творческого потенциала автоматизированных систем.

Индустрия 5.0 преодолевает этот разрыв, интегрируя человеческое участие и технологические достижения в единое целое. Ключевая идея заключается в создании партнёрства между человеком и технологиями, где машины выполняют повторяющиеся операции, освобождая персонал для творческих функций, принятия сложных решений и аналитики данных. Такая интеграция обеспечивает качественно иной уровень взаимодействия участников производственного цикла и создает предпосылки для повышения конкурентоспособности предприятия.

В сельскохозяйственном секторе такая синергия проявляется наиболее ярко. Технические средства, такие как беспилотники, системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), роботизированные комбайны и тракторы, используются для сбора данных о посевах, почвенных условиях и погоде [3]. Анализ полученных данных осуществляется ИИ-моделями, позволяющими оптимизировать полив, удобрения и защиту растений от вредителей. Человек же берет на себя стратегическое управление процессом, оценивая долгосрочные последствия принятых решений и определяя направления дальнейшего совершенствования производства.

Особое внимание уделяется вопросам персонализации продукции. Современные потребители ожидают индивидуального подхода, будь то особые требования к качеству и вкусу продуктов, экологическим стандартам или наличию конкретных ингредиентов. Применение технологий цифровой идентификации (например, QR-кодов и блокчейна) позволяет проследить путь товара от поля до конечного потребителя, гарантируя прозрачность происхождения и высокое качество. Персонализированные услуги, предоставляемые производителями сельхозпродукции, способствуют повышению лояльности клиентов и укреплению рыночных позиций компаний.

Ещё одним важным аспектом концепции Индустрии 5.0 является акцент на устойчивость производства. Экологичность и ресурсосбережение становятся приоритетами, поскольку борьба с климатическими изменениями и сохранение природных ресурсов требуют эффективных решений. Автоматизация и цифровизация помогают минимизировать воздействие на окружающую среду путём оптимального распределения ресурсов, снижения выбросов парниковых газов и переработки отходов. Использование возобновляемых источников энергии, замкнутого цикла производства и восстановления плодородия почвы демонстрирует, насколько важно интегрированное взаимодействие человека и техники для поддержания равновесия экосистемы.

Наконец, важной составляющей Индустрии 5.0 является принцип ответственности. Фокус смещается на благосостояние работников и социальную устойчивость бизнеса. Повышение квалификации персонала, мотивация и поддержка инициатив позволяют создать благоприятные условия для профессионального роста и самореализации сотрудников. Компании инвестируют в программы корпоративной социальной ответственности, направленные на поддержание местных сообществ, содействие образованию и развитию инфраструктуры регионов. Все это способствует формированию позитивного имиджа бренда и росту доверия среди потребителей.

Следует отметить, что концепция Индустрии 5.0 предлагает принципиально новую модель организации производства, где взаимодействие человека и технологий выходит на качественно иной уровень. Партнерство, персонализация, устойчивость и социальная ответственность формируют основу современного промышленного ландшафта,

обеспечивая баланс между эффективностью и гуманизмом. Данный подход позволит преодолеть существующие ограничения традиционной модели экономики и заложить фундамент для стабильного и процветающего общества будущего.

Цифровизация сельского хозяйства значительно повышает продуктивность агропромышленного комплекса. Современные технологии, такие как точное земледелие, автоматизация процессов и интеллектуальные системы управления ресурсами, способствуют увеличению урожаев и снижению затрат. Использование цифровых платформ позволяет эффективнее контролировать состояние посевов, планировать удобрения и обработку полей, что уменьшает риски потерь. Данные о почве, климате и здоровье культур собираются и обрабатываются автоматически, помогая фермерам принимать обоснованные решения [4]. Всё это делает сельское хозяйство более устойчивым и конкурентоспособным, способствуя развитию экономики регионов и обеспечению продовольственной безопасности страны.

Анализ текущих тенденций показывает, что современный специалист в области сельского хозяйства должен обладать комплексом междисциплинарных знаний, включающим понимание основ ботаники, зоологии, почвоведения, экологии, агрономии, ветеринарии, экономики и менеджмента наряду с продвинутыми знаниями в области программирования, обработки больших данных (big data), кибербезопасности, геоинформатики, робототехники и других смежных дисциплин. Такие эксперты способны эффективно решать широкий спектр задач, начиная от проектирования интеллектуальной системы полива полей и заканчивая управлением сложными автоматизированными фермами и перерабатывающими предприятиями [5].

Однако нехватка квалифицированных кадров с подобным уровнем подготовки стала одной из центральных проблем АПК во многих регионах мира. По данным ряда исследований, лишь небольшой процент выпускников профильных вузов обладает необходимыми компетенциями сразу по нескольким направлениям, требуемым современным работодателям. Среди основных причин данной ситуации выделяются отсутствие необходимых учебных курсов, устаревшие образовательные программы, низкий престиж профессии и недостаточная привлекательность работы в сельской местности [6].

По данным на 2024 год, в более чем 55 российских регионах наблюдается выраженный дефицит кадров в АПК, особенно в Центральном федеральном округе и на юге страны, где индекс конкуренции на рынке труда находится на критически низком уровне. В то же время, спрос на специалистов в данной области продолжает расти. В начале 2025 года на платформе hh.ru было размещено 61,7 тыс. вакансий в сфере сельского хозяйства, из которых 16,5 тыс. приходятся на ЦФО.



Рисунок 2 – Динамика среднегодовой численности занятых в сельском хозяйстве.

Начало 2025 года отметилось существенным недостатком рабочей силы в регионах Черноземья, наиболее остро ощущаемым в Тамбовской области, где на каждую вакансию приходится всего 2,2 резюме по состоянию на конец марта. Аналогичная картина наблюдается в Курской, Липецкой и Белгородской областях, где соотношение колеблется между тремя и почти четырьмя соискателями на одно рабочее место.

Для преодоления сложившейся проблемы необходима целенаправленная государственная политика поддержки образования и профессиональной переподготовки специалистов в области агротехнологий и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Одним из возможных путей решения проблемы является организация совместных образовательных проектов университетов и частных компаний, нацеленных на подготовку высококвалифицированных специалистов с углубленными знаниями в обеих сферах. Другим направлением могло бы стать расширение дистанционных форматов обучения, позволяющие специалистам получать необходимые знания и навыки независимо от места проживания. Ниже представлена таблица ключевых цифровых компетенций, необходимых современным специалистам сельского хозяйства.

Таблица 2 – Список востребованных компетенций для работы с цифровыми агротехнологиями

Компетенция	Описание
Анализ больших данных	Умение собирать, обрабатывать и анализировать большие объемы данных
Интернет вещей (IoT)	Навык управления устройствами и системами, подключенными к сети
Искусственный интеллект и машинное обучение	Использование алгоритмов для оптимизации процессов
Дистанционное зондирование Земли	Применение спутниковых технологий для мониторинга полей
Беспилотные технологии	Управление беспилотниками для аэрофотосъемки и обработки сельскохозяйственных культур
Цифровые платформы управления	Владение специализированными платформами для планирования и учета ресурсов
Кибербезопасность	Обеспечение защиты информационных систем и сетей
Программирование	Разработка и поддержка программного обеспечения для автоматизации работ
Работа с облачными технологиями	Хранение и обработка данных в облаке
Роботизация производственных процессов	Проектирование и внедрение роботизированных решений

Крайне важна роль региональных властей и работодателей в формировании привлекательных рабочих мест и комфортной среды обитания для профессионалов, готовых переехать в сельские районы. Поддержка малого предпринимательства, предоставление налоговых льгот и грантов для стартапов в области цифровых агротехнологий могли бы стимулировать приток молодых талантливых специалистов в данную отрасль. Интеграция современных ИКТ-решений в повседневную жизнь села повысила бы интерес молодежи к проживанию и труду в сельских территориях.

Агропромышленный комплекс находится под воздействием разнообразия современных внешних и внутренних факторов, определяющих направление его развития. Глобализационные процессы формируют глобальную конкуренцию, заставляя российские предприятия соответствовать международным стандартам качества и надежности. Политическая ситуация, обусловленная санкциями и торговыми барьерами, стимулирует

внутренний рынок на реализацию политики импортозамещения, ориентируясь на удовлетворение внутреннего спроса продукцией отечественного производства [7].

Повышение производительности современного сельского хозяйства невозможно без квалифицированных кадров, сочетающих знания аграриев и технических специалистов. Именно такие специалисты внедряют инновационные технологии, необходимые для цифровой трансформации отрасли. Они умеют эффективно применять автоматизированные системы мониторинга почвенных показателей, анализировать большие данные и внедрять методы точного земледелия. Благодаря таким кадрам становятся возможными новые подходы к управлению хозяйством, позволяющие снизить издержки, повысить урожайность и устойчивость сельхозпроизводства. Таким образом, именно наличие грамотных специалистов становится ключевым фактором успешного развития цифрового сельского хозяйства и перехода аграрного сектора к Индустрии 5.0.

Список источников

1. Информационно-аналитическая модель внутреннего аудита экологической безопасности организаций АПК в рамках реализации концепции "Сельское хозяйство 4.0" / Л. И. Хоружий, Ю. Н. Катков, Т. Н. Гупалова [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Научный консультант", 2023. – 174 с. – ISBN 978-5-907692-54-1. – EDN BQDJJO.
2. Платоновский, Н. Г. Адаптивное обучение в системе современного образования в условиях цифровой трансформации / Н. Г. Платоновский, Н. Д. Хабарова // Цифровые технологии в образовании, науке и сельском хозяйстве : МАТЕРИАЛЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ФОРУМА С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ, Иркутск, 26–29 сентября 2023 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 89-95. – EDN INDLWY.
3. Цифровые технологии в сельском хозяйств / В. И. Хоружий, А. В. Уколова, В. В. Демичев [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет, 2024. – 234 с. – ISBN 978-5-9675-2056-3. – EDN FZBLXE.
4. Хабарова, Н. Д. Тренды цифровой трансформации в российском сельском хозяйстве / Н. Д. Хабарова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – Т. 14, № 8-1. – С. 398-408. – EDN TDOUMO.
5. Хабарова, Н. Д. Кадровый потенциал АПК региона как основа устойчивого инновационного развития / Н. Д. Хабарова // Стратегические приоритеты социально-экономического развития территорий : Материалы Международного круглого стола, Донецк, 27 ноября 2024 года. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2025. – С. 190-194. – EDN XFVCQE.
6. Кагирова, М. В. Анализ тенденций в сельском хозяйстве по регионам Российской Федерации в аспекте устойчивого развития / М. В. Кагирова, М. К. Джикия // Материалы I Национальной научной конференции «Современные направления статистических исследований» : Сборник статей, Москва, 28 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 31-38. – EDN ZUWREX.
7. Ибиев, Г. З. Специфика современных внешних и внутренних факторов в агропромышленном комплексе / Г. З. Ибиев, Н. Г. Платоновский // Материалы пула научно-практических конференций : Материалы VI Международной научно-практической конференции, IX Международной научно-практической конференции и VI Международной научно-практической конференции, Сочи, 04–08 января 2025 года. – Керчь: Керченский государственный морской технологический университет, 2025. – С. 605-608. – EDN AWEENV.

Сведения об авторе

Хабарова Надежда Денисовна, соискатель ученой степени кандидата экономических наук, ассистент кафедры «Бухгалтерский учет, финансы и налогообложение» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева», г. Москва, Россия

SPIN-код: 1576-2010

ORCID: 0000-0002-3688-6814

Information about the author

Khabarova Nadezhda Denisovna, Assistant Professor at the Department of Accounting, Finance and Taxation, Timiryazev Russian State Agrarian University– Moscow, Russia