

DOI: 10.29141/2218-5003-2025-16-5-3

EDN: HIOXRE

JEL Classification: O33, Q16, M15

Управленческие факторы успешного внедрения технологий искусственного интеллекта в аграрном секторе

С.В. Бегичева¹, Д.М. Назаров¹, Н.В. Дрягунова²¹ Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, РФ² ООО «Банк Точка», г. Екатеринбург, РФ

Аннотация. В агропромышленном комплексе сохраняется разрыв между высоким технологическим потенциалом и фактическим внедрением цифровых решений. Несмотря на государственные инвестиции и развитие программ цифровизации, малые и средние предприятия сталкиваются с ресурсными ограничениями и институциональными барьерами, что замедляет распространение технологий искусственного интеллекта. Научная проблема заключается в недостаточной разработанности механизмов, объясняющих, какие управленческие условия определяют готовность аграрных предприятий к изменениям. Статья посвящена выявлению ключевых факторов, обеспечивающих успешное внедрение технологий искусственного интеллекта в аграрном секторе. Методологическую основу исследования составили положения инновационного менеджмента, модели организационной готовности к изменениям, а также адаптированные модели TAM и UTAUT. Эмпирическая часть базируется на данных анкетного опроса руководителей и специалистов агропредприятий (N = 124, период проведения – июнь – август 2025 г.). Для анализа использован метод PLS-SEM. Результаты исследования показали, что ключевыми условиями цифровой трансформации в аграрном секторе являются наличие инновационной культуры, адекватное ресурсное обеспечение и социальное влияние, формирующее восприятие полезности новых технологий среди участников рынка. В то же время уровень удобства использования технологий искусственного интеллекта не оказывает существенного влияния на принятие управленческих решений. Сделан вывод, что факторы готовности к инновациям имеют преимущественно управленческий характер. Полученные результаты могут применяться при разработке мер государственной поддержки, корпоративных стратегий и практических решений для ускорения процесса цифровой трансформации в отрасли.

Ключевые слова: искусственный интеллект; агропромышленный комплекс; инновационный менеджмент; цифровая трансформация; модель принятия технологий.

Финансирование: Статья подготовлена при финансовой поддержке РФН в рамках научного проекта № 25-28-01634 «Интеллектуальная система управления цепочками стоимости в агропромышленном комплексе на основе технологий больших данных и искусственного интеллекта».

Информация о статье: поступила 21 апреля 2025 г.; доработана 26 июня 2025 г.; одобрена 3 июля 2025 г.

Ссылка для цитирования: Бегичева С.В., Назаров Д.М., Дрягунова Н.В. (2025). Управленческие факторы успешного внедрения технологий искусственного интеллекта в аграрном секторе // Управленец. Т. 16, № 5. С. 33–48. DOI: 10.29141/2218-5003-2025-16-5-3. EDN: HIOXRE.

Managerial factors of successful AI implementation in the agricultural sector

S.V. Begicheva¹, D.M. Nazarov¹, N.V. Dryagunova²¹ Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia² ООО Bank Tochka, Ekaterinburg, Russia

Abstract. In the agro-industrial complex, there remains a gap between the high technological potential and poor implementation of digital solutions into practice. Despite government investments and the advancement of digitalization programs, small and medium-sized enterprises face resource constraints and institutional barriers that slow down the adoption of artificial intelligence (AI) technologies. The scientific problem lies in poorly developed mechanisms clarifying what managerial conditions frame the willingness of agricultural enterprises to transform themselves. The article identifies key factors that ensure the successful adoption of AI in the agricultural sector. The principles of innovation management, the theory of organizational readiness for change, as well as adapted TAM and UTAUT models constitute the methodological framework of the study. The empirical analysis draws upon survey data obtained from executives and specialists of agricultural enterprises (N = 124; the survey period covered June–August, 2025). The work employed the PLS-SEM method. The results indicate that the fundamental conditions for digital transformation in the agricultural sector are the presence of an innovation-oriented culture, adequate resource support, and social influence shaping the perceived usefulness of new technologies among market participants. At the same time, the ease of AI use does not have a significant effect on managerial decision-making. The innovation readiness factors are concluded to be predominantly managerial in nature. The findings can be of use when formulating government support measures, corporate strategies, and practical solutions to accelerate the process of digital transformation in the industry.

Keywords: artificial intelligence; agro-industrial complex; innovation management; digital transformation; technology acceptance model.

Funding: The study was funded by the Russian Science Foundation, project No. 25-28-01634 "An intelligent value chain management system for the agro-industrial complex based on big data and artificial intelligence technologies".

Article info: received April 21, 2025; received in revised form June 26, 2025; accepted July 3, 2025

For citation: Begicheva S.V., Nazarov D.M., Dryagunova N.V. (2025). Managerial factors of successful AI implementation in the agricultural sector. *Upravlenets / The Manager*, vol. 16, no. 5, pp. 33–48. DOI: 10.29141/2218-5003-2025-16-5-3. EDN: HIOXRE.

ВВЕДЕНИЕ

Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) выступает ключевым драйвером трансформации мировой экономики. Согласно оценкам консалтинговой компании McKinsey, применение генеративного ИИ может обеспечить ежегодный прирост глобального валового внутреннего продукта от 2,6 трлн до 4,4 трлн долл. [Chui et al., 2023], а внедрение современных технологий в сельском хозяйстве может добавить до 500 млрд долл. к мировому ВВП к 2030 г. (7–9 %) [Goedde et al., 2020]. Аграрный сектор, характеризующийся высокой степенью зависимости от ресурсных ограничений, сезонных колебаний и климатических рисков, относится к числу отраслей с наибольшим потенциалом для автоматизации и цифровизации. Цифровая трансформация представляется решающим фактором для достижения цели – увеличения мирового производства продовольствия на 70 % к 2050 г.¹ Однако фактическое внедрение технологий ИИ в аграрном секторе остается ограниченным, особенно в странах с преобладанием малых и средних предприятий.

В России цифровизация сельского хозяйства определена в качестве приоритета, о чем свидетельствует рост государственных инвестиций: около 750 млн р. в 2024 г.² и 1,2 млрд р. в 2025 г. на развитие цифровых систем в агропромышленном комплексе³. Несмотря на это, по данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, лишь 25–30 % малых и средних сельскохозяйственных предприятий внедряют цифровые технологии⁴. Этот факт свидетельствует об устойчивом разрыве между технологическим потенциалом и его практической реализацией, что актуализирует вопрос о ключевых барьерах внедрения ИИ-решений.

При этом барьеры на пути внедрения технологий ИИ не ограничиваются только технологическими или

финансовыми аспектами. Международные исследования демонстрируют, что успешность цифровой трансформации аграрного сектора в значительной степени определяется нематериальными факторами – управленческими решениями и готовностью компаний к изменениям [Cui, Wang, 2023; Dibbern, Romani, Massruhá, 2025].

Цель исследования – идентификация ключевых управленческих факторов, оказывающих влияние на успешность интеграции технологий ИИ в агропромышленный комплекс.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- систематизированы барьеры и драйверы внедрения ИИ в аграрном секторе на основе теоретических и эмпирических исследований;
- разработана концептуальная модель, которая связывает управленческие, организационные и ресурсные факторы с готовностью предприятий к цифровым изменениям;
- проведена эмпирическая проверка модели с использованием метода частичных наименьших квадратов (PLS-SEM);
- выявлена отраслевая специфика условий внедрения ИИ в России и сопоставлена с международным опытом;
- сформулированы практические рекомендации для руководителей аграрных предприятий, государственных органов и разработчиков технологий.

Практическая значимость исследования заключается в разработке комплекса рекомендаций для руководителей аграрных предприятий, направленных на минимизацию сопротивления инновациям, повышение организационной готовности и ускорение процесса цифровой трансформации в секторе.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Подходы к анализу внедрения инноваций. Исследования процессов внедрения инноваций традиционно опираются на комплекс теоретических моделей, которые объясняют факторы принятия или отклонения новых технологий организациями и отдельными пользователями.

Классическим подходом выступает теория диффузии инноваций Э. Роджерса, в которой скорость распространения новых решений определяется их относи-

¹ International Telecommunication Union. (2024). Focus Group on Artificial Intelligence (AI) and Internet of Things (IoT) for Digital Agriculture (FG-AI4A): Ethical, Legal, and regulatory Considerations relating to the use of AI for agriculture: A European Perspective. Focus Group Report, 03/2024. FG-AI4A WG-ELR. <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ai4a/Documents/Deliverables/FGAI4A-02.pdf>.

² Цифровизация в агропромышленном комплексе России. (2025). https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровизация_в_агропромышленном_комплексе_России.

³ Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2025 № 2024-р.

⁴ Цифровизация в агропромышленном комплексе России. (2025). https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровизация_в_агропромышленном_комплексе_России.

тельными преимуществами, совместимостью с существующими практиками, сложностью освоения, возможностью пробного использования и наглядностью результатов [Rogers, 2010]. Достоинство этой модели – ее универсальность и внимание к социальным аспектам внедрения инноваций, ограничением является фокус преимущественно на индивидуальных решениях пользователей, что снижает применимость модели для анализа управленческих процессов в организациях.

Развитие идей Э. Роджерса привело к появлению моделей, ориентированных на анализ индивидуального и организационного восприятия технологий. Наиболее распространенной стала модель принятия технологий (Technology Acceptance Model, TAM). В ней центральное место занимают два конструкта: воспринимаемая полезность и воспринимаемая простота использования, которые определяют намерение включить технологию в практику [Davis, 1989].

Позднее была предложена объединенная теория принятия и использования информационных технологий (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT). Эта теория расширяет TAM за счет включения таких элементов, как социальное воздействие, ожидаемый эффект от внедрения и условия, способствующие эффективному применению технологий [Venkatesh et al., 2003]. Эти модели позволяют учитывать не только технологические, но и управленческие аспекты внедрения инноваций. Их ограничение состоит в том, что они в основном описывают индивидуальное восприятие технологий и меньше подходят для анализа организационной готовности к изменениям.

Более широкий организационный контекст учитывает модель TOE (Technology – Organization – Environment), которая выделяет технологические, организационные и институциональные детерминанты инновационной активности [Tornatzky, Fleischer, 1990]. Однако применение TOE в аграрном секторе затруднено, поскольку эта модель требует обширной информации о внешней среде и опирается на развитые институты поддержки, которые в российских условиях представлены неравномерно.

Альтернативный подход предлагает концепция динамических способностей, которая объясняет способность организаций адаптироваться к изменениям и интегрировать новые ресурсы [Teese, 2018]. Для крупных высокотехнологичных компаний этот подход демонстрирует высокую объяснительную силу, однако для малых и средних агропредприятий его использование ограничено из-за слабой стратегической и кадровой базы.

Таким образом, существующие подходы предоставляют ценные инструменты для анализа, однако каждый из них имеет ограничения, особенно при применении к аграрному сектору и малым и средним предприятиям. Наиболее продуктивной основой для построения концептуальной модели оказались TAM и UTAUT. Эти

модели сохраняют универсальность, позволяют учитывать как технологические, так и управленческие аспекты внедрения инноваций и активно используются в исследованиях цифровой трансформации. В то же время их фокус на индивидуальном уровне ограничивает возможности анализа организационной готовности к изменениям. В нашем исследовании этот пробел восполнен за счет адаптации моделей TAM и UTAUT, которые были дополнены переменными, отражающими управленческие условия – инновационную культуру, координацию процессов и доступность ресурсов. Такой подход позволяет рассматривать готовность к изменениям не только как результат внешнего давления, но и как управляемый внутренний процесс, что особенно важно для анализа малых и средних агропредприятий.

Специфика инновационного менеджмента в агропромышленном комплексе. Применение теоретических моделей инновационного менеджмента в аграрном секторе выявляет ряд особенностей, отличающих его от других отраслей экономики.

Прежде всего, агропромышленный комплекс характеризуется высокой степенью зависимости от природных ресурсов и внешней среды. Сезонность производства, климатические риски, колебания цен на сырье и ограниченность земельных и водных ресурсов существенно ограничивают возможности для долгосрочных инвестиций в инновационные проекты [Лысенко, 2025]. В связи с этим при принятии решений о внедрении новых технологий, включая ИИ, предприятия в первую очередь ориентируются на экономическую целесообразность и совместимость с существующими производственными процессами [Rose, Chilvers, 2018; Klerkx, Jakku, Labarthe, 2019].

Второй значимый аспект касается организационной структуры аграрного бизнеса. Цепочки создания стоимости в этой сфере охватывают широкий круг участников: от поставщиков ресурсов и фермеров до переработчиков и логистических компаний. Для успешного внедрения инноваций требуется согласование действий на всех этапах, что предполагает наличие развитой системы координации и эффективного взаимодействия как внутри предприятий, так и между внешними партнерами [Fielke et al., 2019; Ingram, Maye, 2020]. Недостаточная согласованность может значительно замедлить процесс внедрения технологий ИИ.

Третья отличительная особенность заключается в зависимости инновационной активности агропредприятий от институциональной среды. Государственная поддержка, субсидии, отраслевые программы цифровизации и создание платформ для обмена знаниями играют основную роль в преодолении барьеров на пути внедрения инноваций. В условиях ограниченных собственных ресурсов даже компании, готовые к экспериментам, сталкиваются с дефицитом квалифицированных кадров и недостаточно развитой

ИТ-инфраструктурой [Klerkx, Vegemann, 2020; Терновы, Куренная, Агибалов, 2020].

Наконец, аграрный сектор характеризуется относительно низкой скоростью внедрения инноваций по сравнению с высокотехнологичными отраслями. Это обусловлено как осторожностью управленцев и сотрудников, так и ограниченными возможностями для тестирования новых решений в условиях сезонного цикла производства [Митрофанова, Шкарупа, 2021]. В результате ключевым фактором успеха цифровой трансформации агропромышленных компаний становятся именно управленческие способности формировать инновационную культуру, координировать изменения и выстраивать стратегические приоритеты.

Факторы сопротивления и драйверы внедрения искусственного интеллекта в аграрном бизнесе. Несмотря на признание стратегической значимости цифровых технологий, процесс внедрения ИИ в аграрном секторе сталкивается с многочисленными барьерами, которые вызывают сопротивление. Даже при положительном отношении руководства внедрение затруднено из-за дефицита ресурсов и слабой инновационной культуры [Klerkx, Jakku, Labarthe, 2019]. Существенным препятствием также является дефицит квалифицированных специалистов, способных работать с алгоритмами машинного обучения и большими данными [Bronson, 2018; Rose et al., 2021]. Дополнительным источником сопротивления выступает культурный фактор: настороженность сотрудников в отношении алгоритмов, воспринимаемых как «черные ящики», а также опасения, связанные с возможным сокращением рабочих мест, усиливают барьеры на пути цифровой трансформации [Eastwood et al., 2019].

В то же время исследователи выделяют ряд факторов, способствующих внедрению ИИ в аграрном бизнесе. Одним из ключевых драйверов является восприятие его экономической и организационной полезности: повышение урожайности, сокращение затрат, оптимизация логистики и управление рисками формируют у управленцев стратегическое видение преимуществ новых технологий [Lioutas, Charatsari, 2020]. Существенную роль играет институциональная поддержка, которая включает государственные субсидии, отраслевые программы цифровизации, создание цифровых платформ для обмена данными и опытом [Rijswijk et al., 2021]. Не менее значимым фактором выступает социальное влияние: примеры успешного внедрения ИИ конкурентами и давление со стороны партнеров и отрасли в целом повышают готовность компаний экспериментировать с инновационными решениями [Rotz et al., 2019].

В российских условиях специфика внедрения цифровых технологий в аграрном секторе определяется рядом факторов.

Более 95 % сельхозпроизводителей страны относятся к малым формам хозяйствования¹, которые демонстрируют значительно более низкие темпы цифровизации по сравнению с крупными агрохолдингами [Мулярец, 2021]. В результате универсальные барьеры здесь усиливаются: ресурсные ограничения остаются критичными даже при наличии господдержки [Скворцов, 2020]; кадровый дефицит носит системный характер из-за оттока квалифицированных специалистов и старения сельского населения (доля работников в возрасте 50 лет и старше в отрасли превышает 30 %²); неравномерность развития цифровой инфраструктуры в регионах затрудняет применение облачных решений и технологий точного земледелия [Скворцов и др., 2018].

Государственная поддержка играет ключевую роль в смягчении этих ограничений. По данным Министерства сельского хозяйства, объем всех мер поддержки малых форм хозяйствования составил порядка 15 млрд р. в 2024 г. Аналогичный уровень финансирования планируется и на 2025 г.³ Поддержка реализуется через гранты «Агростартап», «Агропрогресс», «Агротуризм», а также программы для семейных ферм и сельскохозяйственных кооперативов. Однако масштабы этой поддержки недостаточны для преодоления системных барьеров, особенно для предприятий в регионах с низкой цифровой зрелостью.

Таким образом, можно предположить, что в российских условиях решающими факторами внедрения искусственного интеллекта выступают не столько технологические характеристики самих решений, сколько доступность ресурсов и институциональная среда. Соотношение между барьерами и драйверами приобретает ярко выраженную региональную специфику: цифровизация концентрируется в регионах-лидерах и крупных агрохолдингах, тогда как малые предприятия остаются в аутсайдерах. Этот факт определяет направление дальнейшего анализа, представленного в эмпирической части исследования.

Гипотезы и концептуальная модель исследования. Под управленческими факторами мы понимаем совокупность условий, на которые руководство предприятий может оказывать прямое или косвенное влияние при принятии решений о внедрении инноваций. На базе теоретического обзора выделены четыре группы таких факторов: технологические, организационные, ресурсные и институциональные. Они образуют структурированную систему координат для управленческого анализа. Теоретическую основу данного подхода составляют положения инновацион-

¹ Лут: малый агробизнес — движущая сила отрасли. (2025) // ФГБУ «Центр Агроаналитики». <https://specagro.ru/news/202501/lut-malyy-agrobiznes-dvizhuschaya-sila-otrasli>.

² Труд и занятость в России. 2023: стат. сб. Москва. Т. 78.

³ Лут: малый агробизнес — движущая сила отрасли. (2025) // ФГБУ «Центр Агроаналитики». <https://specagro.ru/news/202501/lut-malyy-agrobiznes-dvizhuschaya-sila-otrasli>.

ного менеджмента и модели организационной готовности к изменениям [Armenakis, Harris, 2009; Weiner, 2009].

Технологические факторы связаны с восприятием полезности и простоты использования цифровых решений, что соответствует базовым положениям моделей TAM и UTAUT [Davis, 1989; Venkatesh et al., 2003]. Эти характеристики формируют когнитивную установку руководителей и специалистов на принятие или отклонение инноваций.

Организационные факторы включают уровень координации и развитие инновационной культуры внутри компании. Согласованность управленческих решений, поддержка инициатив и способность организации стимулировать инновационные процессы определяют готовность предприятия к технологическим изменениям [Klerkx, Rose, 2020; Орлова и др., 2020].

Ресурсные факторы охватывают наличие финансовых средств, квалифицированных кадров и ИТ-инфраструктуры. Даже при положительном восприятии инноваций их практическая реализация невозможна без материального и технического обеспечения [Lioutas, Charatsari, 2020; Терновых, Куренная, Агibalов, 2020].

Институциональные факторы отражают воздействие со стороны государства, отраслевых ассоциаций и конкурентов. Государственная поддержка в виде субсидий, цифровых платформ и образовательных программ снижает барьеры для внедрения инноваций, а социальное влияние со стороны партнеров и рынка усиливает мотивацию компаний к экспериментам [Rotz et al., 2019].

На основе интеграции этих четырех групп факторов формируется теоретическая модель исследования. Ключевым ее элементом выступает готовность пред-

приятия к изменениям, которая опосредует влияние организационных, ресурсных, технологических и институциональных условий на принятие инноваций.

Разработанная концептуальная модель отражает многоуровневое воздействие управленческих и контекстуальных факторов на процесс внедрения ИИ на аграрных предприятиях. В рамках модели предполагается, что:

- организационные (степень координации и уровень развития инновационной культуры), а также ресурсные факторы (финансовые средства, квалифицированные кадры и инфраструктура) определяют готовность компании к изменениям (гипотезы H1–H3);
- готовность к изменениям, в свою очередь, положительно влияет на принятие инноваций (H4);
- технологические (восприятие полезности и простоты использования ИИ), а также институциональные факторы (социальное влияние со стороны руководства, сотрудников, конкурентов и отрасли в целом) напрямую способствуют внедрению инноваций (гипотезы H5–H6);
- социальное влияние также производит косвенный эффект, формируя восприятие полезности и снижая воспринимаемую сложность освоения технологий (гипотезы H7–H8).

Систематизация гипотез представлена в табл. 1, а взаимосвязи между конструктами отражены на рис. 1.

Таким образом, гипотезы и модель задают основу для дальнейшего эмпирического анализа, результаты которого будут представлены в методологической и аналитической частях исследования.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анкетирование руководителей и специалистов аграрного сектора. На основании теоретического об-

Таблица 1 – Гипотезы исследования
Table 1 – Research hypotheses

Гипотеза	Предиктор → зависимая переменная	Формулировка
H1	Степень координации → готовность к изменениям	Более высокий уровень координации положительно влияет на готовность компании к изменениям
H2	Инновационная культура → готовность к изменениям	Существует положительная зависимость между уровнем инновационной культуры и готовностью компании к изменениям
H3	Доступность ресурсов → готовность к изменениям	Существует положительная зависимость между обеспеченностью ресурсами и готовностью компании к изменениям
H4	Готовность к изменениям → принятие инноваций	Готовность компании к изменениям положительно влияет на принятие инноваций
H5	Восприятие полезности ИИ → принятие инноваций	Восприятие высокой полезности ИИ положительно влияет на принятие инноваций
H6	Простота использования ИИ → принятие инноваций	Восприятие простоты использования ИИ положительно влияет на принятие инноваций
H7	Социальное влияние → восприятие полезности ИИ	Социальное влияние усиливает восприятие полезности ИИ
H8	Социальное влияние → простота использования ИИ	Социальное влияние положительно связано с восприятием простоты использования ИИ

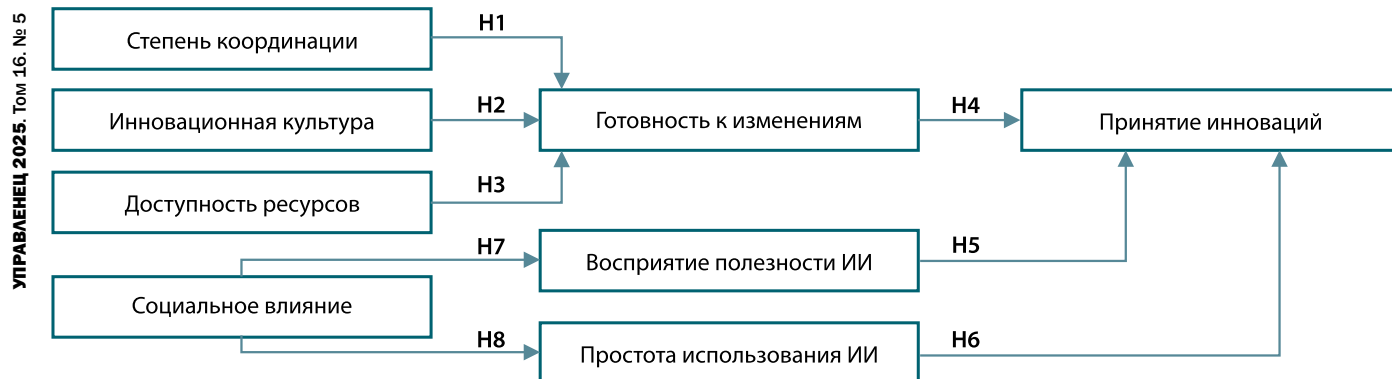


Рис. 1. Концептуальная модель факторов, влияющих на принятие технологий ИИ в аграрном секторе

Fig. 1. A conceptual model of factors influencing AI adoption in the agricultural sector

зора и идентификации ключевых факторов внедрения инноваций проведено анкетирование руководителей и специалистов, работающих в аграрном секторе. Применение данного метода исследования позволило собрать эмпирические данные, отражающие восприятие технологий ИИ, а также выявить управленческие условия, оказывающие влияние на готовность к интеграции этих технологий.

Выбор анкетирования в качестве метода сбора данных обусловлен тем, что именно руководители и специалисты принимают ключевые стратегические и операционные решения в области внедрения инноваций [Podsakoff et al., 2003; Dillman, Smyth, Christian, 2014]. Кроме того, такой подход широко применяется в исследованиях, основанных на теории диффузии инноваций, а также моделях TAM и UTAUT, что обеспечивает сопоставимость полученных результатов с данными предыдущих исследований [Venkatesh et al., 2003; Rogers, 2010].

Опрос проведен в июне – августе 2025 г. среди руководителей и специалистов среднего звена, работающих на аграрных предприятиях Уральского и Сибирского федеральных округов. В исследовании приняли участие 124 респондента. Выборка формировалась целенаправленно: приглашения к участию направлялись компаниям, участвующим в программах цифровизации сельского хозяйства и находящимся на различных стадиях внедрения цифровых решений.

Средний стаж работы респондентов в аграрной отрасли составил около 12 лет. При этом 48 % опрошенных имели практический опыт внедрения информационно-технологических решений в производственные процессы.

Характеристики выборки респондентов приведены в табл. 2.

Выборка не претендует на национальную статистическую репрезентативность. Вместе с тем она является репрезентативной для целей нашего исследования, поскольку охватывает ключевых заинтересованных лиц – субъектов, принимающих непосредственные управленческие решения в процессе цифровой трансформации. Такой подход обеспечивает адекватную оценку управленческих факторов, определяющих готовность аграрных предприятий к внедрению технологий искусственного интеллекта.

Полученные в ходе опроса данные послужили основой для операционализации конструктов исследования. Ответы респондентов фиксировались по пятибалльной шкале Лайкерта, где 1 означало «полностью не согласен», а 5 – «полностью согласен». Такой формат измерения обеспечивает возможность последующего применения методов структурного моделирования [Hair et al., 2021].

Конструкты и измерительные показатели. Четыре выделенные группы детерминант – технологические, организационные, ресурсные и институциональные –

Таблица 2 – Характеристики респондентов
Table 2 – Characteristics of respondents

Показатель	Категория	Количество респондентов	Доля, %
Размер предприятия	Малые (<100 сотрудников)	41	33,1
	Средние (100–500 сотрудников)	55	42,7
	Крупные (> 500 сотрудников)	28	22,6
Должность респондента	Руководитель предприятия	6	4,8
	Топ-менеджер / директор по направлению	24	19,4
	Руководитель среднего звена	43	34,7
	Специалист / инженер	51	41,1
Итого		124	100,0

были преобразованы в восемь латентных переменных. Центральным элементом модели является готовность к изменениям, которая опосредует влияние указанных факторов на зависимую переменную – принятие инноваций.

В основу измерения переменных были положены ключевые конструкторы классических моделей принятия инноваций TAM и UTAUT. Эти конструкторы были адаптированы и расширены для применения в контексте агропромышленного комплекса:

- *степень координации (coordination level)* – оценивалась через вопросы о согласованности действий подразделений и эффективности их взаимодействия в процессе внедрения инноваций;
- *восприятие полезности ИИ (perceived usefulness)* – измерялось через оценку ожидаемого экономического и стратегического эффекта от применения технологий;
- *оценка простоты использования ИИ (perceived ease of use)* – включала вопросы о восприятии легкости освоения технологий и интеграции цифровых решений;
- *социальное влияние (social influence)* – фиксировалось путем оценки влияния руководства, коллег и отраслевых практик на отношение к ИИ;
- *инновационная культура (innovation culture)* – оценивалась по вопросам о степени поддержки инициатив и вовлеченности сотрудников в инновационные процессы в организации;
- *доступность ресурсов (resource availability)* – отражала наличие финансовых, кадровых и инфраструктурных возможностей для внедрения ИИ;
- *готовность к изменениям (readiness for change)* – измерялась через оценку уровня подготовки сотрудников и скорости реакции организации на происходящие изменения в отрасли;
- *принятие инноваций (innovation adoption)* – зависимая переменная, отражающая фактическую готовность к интеграции ИИ: рассмотрение вариантов внедрения, разработка стратегий, наличие пилотных проектов.

Подробная операционализация конструкторов и индикаторов приведена в приложении.

Анализ модели с помощью PLS-SEM. Для проверки выдвинутых гипотез и анализа взаимосвязей между факторами внедрения применялся метод частичных наименьших квадратов для структурного моделирования уравнений (PLS-SEM). Этот подход широко используется в управленческих исследованиях для анализа сложных причинно-следственных моделей, особенно в случаях, когда данные не удовлетворяют строгим требованиям нормальности распределения [Sarstedt, Ringle, Hair, 2021].

К преимуществам метода PLS-SEM относят адаптивность к работе с данными, полученными на основе шкалы Лайкерта, а также менее строгие тре-

бования к объему выборки по сравнению с ковариационно-ориентированными методами (CB-SEM) [Rigdon, Sarstedt, Ringle, 2017; Hair et al., 2021].

Применение метода PLS-SEM позволяет одновременно оценить следующие параметры:

- качество измерительной модели, включая надежность и валидность конструкторов, факторные нагрузки индикаторов, а также разделимость латентных переменных;
- качество структурной модели, в том числе силу и значимость предполагаемых связей, коэффициенты детерминации R^2 , прямые и косвенные эффекты [Бегичева, Бегичева, Назаров, 2024].

Дополнительно проведены тесты на мультиколлинеарность с использованием фактора инфляции дисперсии (VIF) и бутстрэп-оценка значимости коэффициентов. Это позволило проверить устойчивость полученных результатов. Такой подход обеспечивает всесторонний анализ исследовательской модели и позволяет сопоставить ее предсказательную силу с гипотезами, сформулированными в теоретической части исследования.

Модель реализована в программном обеспечении для структурного моделирования ADANCO (версия 2.4)¹.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проверка надежности и валидности конструкторов. Результаты оценки измерительной модели продемонстрировали высокую внутреннюю согласованность всех латентных переменных (табл. 3).

Альфа Кронбаха, коэффициенты надежности Дийкстры – Хензелера (ρ_A), композитной надежности (ρ_C) превысили рекомендуемый порог 0,7. Значение средней извлеченной дисперсии (AVE) варьировалось от 0,61 до 0,85, что свидетельствует о наличии конвергентной валидности и подтверждает, что показатели в рамках одного фактора действительно отражают одну и ту же латентную переменную.

Для проверки дискриминантной валидности использовался показатель HTMT. Во всех случаях полученные значения оказались ниже порогового уровня 0,90, значит, факторы разделены корректно, и каждый из конструкторов отражает уникальные управленческие аспекты, не пересекаясь с другими.

Таким образом, все конструкторы продемонстрировали достаточную надежность и валидность, что позволяет перейти к анализу факторных нагрузок.

Результаты измерительной модели. Анализ факторных нагрузок (табл. 4) выявил, что большинство индикаторов демонстрируют значения выше 0,70, что соответствует установленным критериям качества измерения. Следовательно, отдельные вопросы ан-

¹ ADANCO, v. 2.4. (2024). University of Twente. <https://www.utwente.nl/en/et/dpm/chair/pmr/ADANCO>.

Таблица 3 – Надежность и валидность конструкторов
Table 3 – Reliability and validity of constructs

Конструкт	Коэффициент надежности (ρA)	Композитная надежность (ρC)	Альфа Кронбаха (α)
Готовность к изменениям	0,827	0,826	0,824
Доступность ресурсов	0,894	0,888	0,886
Инновационная культура	0,894	0,889	0,886
Степень координации	0,872	0,855	0,854
Социальное влияние	0,870	0,866	0,865
Оценка простоты использования ИИ	0,862	0,859	0,859
Восприятие полезности ИИ	0,899	0,898	0,899
Принятие инноваций	0,943	0,942	0,942

Таблица 4 – Факторные нагрузки индикаторов
Table 4 – Factor loadings of indicators

Конструкт	Переменная	Факторная нагрузка	Конвергентная валидность (AVE)
Степень координации	CL1	0,742	0,667
	CL2	0,745	
	CL3	0,946	
Восприятие полезности ИИ	PU1	0,865	0,687
	PU2	0,783	
	PU3	0,813	
	PU4	0,852	
Оценка простоты использования ИИ	PEOU1	0,8708	0,671
	PEOU2	0,7918	
	PEOU3	0,7923	
Социальное влияние	SI1	0,895	0,683
	SI2	0,813	
	SI3	0,767	
Инновационная культура	IC1	0,827	0,669
	IC2	0,895	
	IC3	0,726	
	IC4	0,814	
Доступность ресурсов	RA1	0,9152	0,727
	RA2	0,7664	
	RA3	0,8703	
Готовность к изменениям	RFC1	0,769	0,613
	RFC2	0,811	
	RFC3	0,768	
Принятие инноваций	IA1	0,896	0,845
	IA2	0,919	
	IA3	0,942	

кеты адекватно формируют конструкторы, которые они призваны отражать.

Индикаторы конструктора «принятие инноваций» продемонстрировали наибольшие значения нагрузок (0,90–0,94), что свидетельствует о высокой степени их способности точно отражать данный конструкт. Кроме того, высокие показатели были отмечены у от-

дельных индикаторов «доступности ресурсов» и «степени координации». Это позволяет сделать вывод, что респонденты четко осознают влияние данных факторов и признают их значимость для управленческого процесса.

В целом результаты исследования демонстрируют, что выбранные измерители адекватно отражают тео-

ретическую модель. Далее перейдем к оценке структурных взаимосвязей между факторами.

Результаты структурной модели. Оценка структурной модели выявила ее высокую предсказательную силу. Полученные значения коэффициентов детерминации (R^2) говорят о том, что модель объясняет значительную часть различий в поведении респондентов (рис. 2):

- готовность к изменениям – 0,90;
- восприятие простоты использования – 0,68;
- восприятие полезности – 0,74;
- принятие инноваций – 0,83.

Такие показатели существенно превышают минимально допустимые уровни (как правило, 0,25–0,50), что подтверждает значимость включенных в модель факторов. Иными словами, модель адекватно отражает взаимодействие организационных, ресурсных, технологических и институциональных условий и позволяет с высокой степенью достоверности прогнозировать, какие факторы способствуют повышению готовности аграрных предприятий к внедрению искусственного интеллекта.

Тестирование гипотез. Результаты анализа подтвердили, что не все факторы оказывают одинаковое влияние на процесс внедрения технологий искусственного интеллекта (рис. 2).

Организационные факторы. Наибольшее влияние на готовность компании к изменениям оказала инновационная культура ($\beta = 0,58$; $p < 0,01$). Степень коор-

динации также продемонстрировала статистически значимый, хотя и менее выраженный эффект ($\beta = 0,10$; $p < 0,05$).

Ресурсные факторы. Доступность ресурсов является значимым предиктором готовности к изменениям ($\beta = 0,31$; $p < 0,05$). Это подтверждает важность финансовых, кадровых и инфраструктурных условий для успешного внедрения ИИ.

Готовность к изменениям. Переменная выступила в качестве медиатора и оказала значительное влияние на принятие инноваций ($\beta = 0,55$; $p < 0,05$).

Институциональные факторы. Социальное влияние оказалось критически важным фактором, который усиливает восприятие полезности ($\beta = 0,86$; $p < 0,001$) и простоты использования ИИ ($\beta = 0,83$; $p < 0,001$).

Технологические факторы. Восприятие полезности ИИ положительно связано с принятием инноваций ($\beta = 0,35$; $p < 0,05$). В то же время простота использования ИИ не продемонстрировала статистически значимого эффекта ($\beta = 0,08$; $p = 0,98$).

Таким образом, результаты исследования подтверждают основную роль организационных, ресурсных и институциональных факторов в процессе принятия инноваций, тогда как техническая простота освоения технологий не является определяющим условием.

Подтвержденные и отклоненные гипотезы. В табл. 5 представлены результаты проверки гипотез. Статистическое подтверждение получили боль-

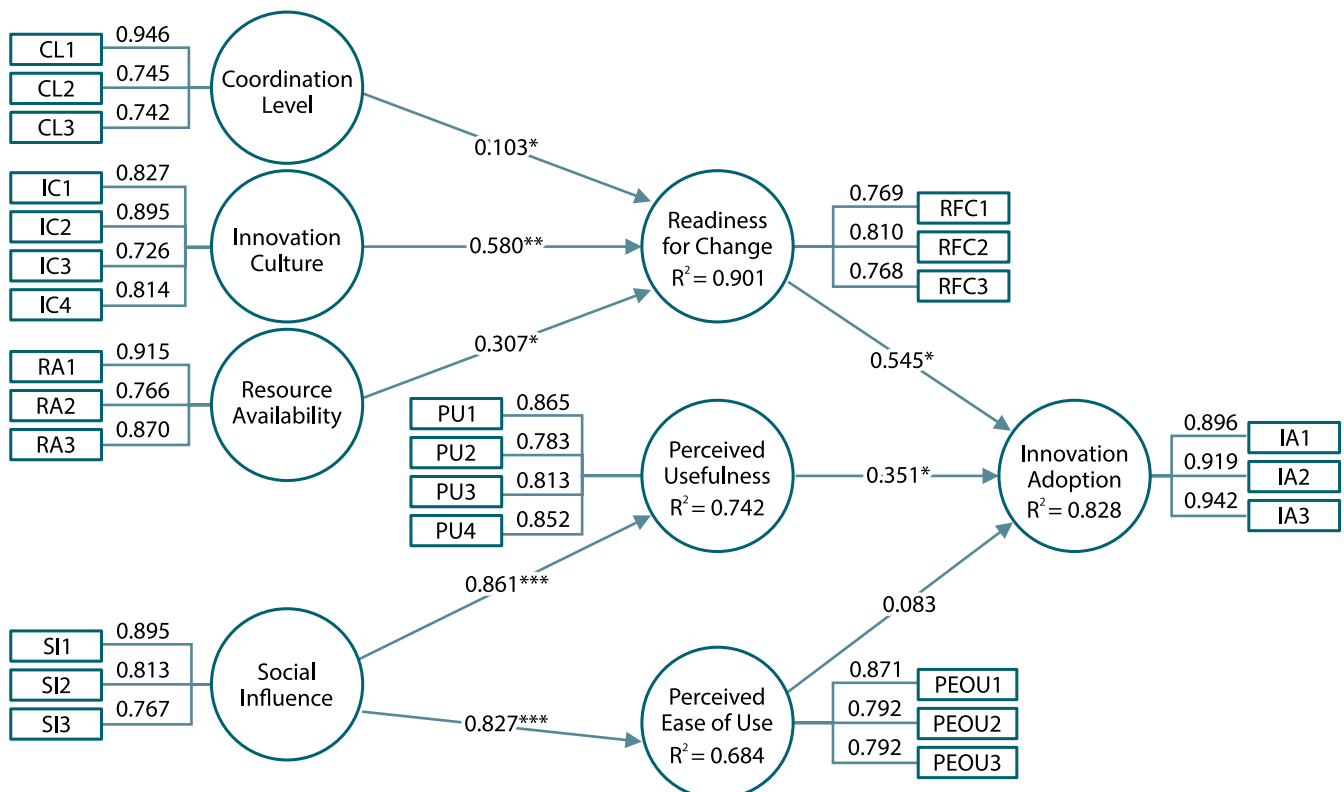


Рис. 2. Конфигурация структурной модели

Fig. 2. Structural model configuration

Таблица 5 – Результаты структурной модели и проверка гипотез
Table 5 – Results of the structural model and hypothesis testing

Гипотеза	Влияние	Коэффициент β	p-value	Результат
H1	Степень координации → готовность к изменениям	0,103	0,042	Подтверждена
H2	Инновационная культура → готовность к изменениям	0,580	0,005	Подтверждена
H3	Доступность ресурсов → готовность к изменениям	0,307	0,036	Подтверждена
H4	Готовность к изменениям → принятие инноваций	0,545	0,042	Подтверждена
H5	Восприятие полезности ИИ → принятие инноваций	0,351	0,030	Подтверждена
H6	Простота использования ИИ → принятие инноваций	0,083	0,984	Не подтверждена
H7	Социальное влияние → восприятие полезности ИИ	0,861	0,000	Подтверждена
H8	Социальное влияние → простота использования ИИ	0,827	0,000	Подтверждена

шинство из них (H1–H5, H7–H8), что позволяет сделать вывод о существенном влиянии ряда факторов на формирование готовности к изменениям и принятие инноваций. К таким факторам относятся:

- организационные факторы (инновационная культура и степень координации);
- ресурсные факторы (наличие финансовых, кадровых и инфраструктурных ресурсов);
- институциональные факторы (социальное влияние);
- восприятие полезности технологий.

Вместе с тем гипотеза H6, предполагавшая наличие зависимости между простотой использования ИИ и принятием инноваций, не подтвердилась в ходе анализа. Таким образом, для аграрных предприятий определяющее значение имеют стратегическая ценность и экономический эффект технологий, а не легкость их освоения.

Результаты исследования уточняют факторы, влияющие на готовность аграрных предприятий к внедрению технологий ИИ, и позволяют сопоставить их с выводами предыдущих работ по инновационному менеджменту.

Проведенный анализ подтвердил решающую роль инновационной культуры и ресурсного обеспечения в процессе внедрения инноваций. Эти факторы оказались более значимыми, чем степень координации внутренних процессов. Другими словами, даже при наличии отлаженных механизмов взаимодействия внутри предприятия оно остается уязвимым без материальной базы и организационной среды, в которой инновации воспринимаются как ценность.

Данный вывод согласуется с результатами исследований цифровизации агропродовольственных систем в Латинской Америке, где ключевыми драйверами внедрения инноваций выступили инфраструктура, знания и экономическое положение предприятий [Dibbern, Romani, Massruhá, 2024; 2025]. Аналогичные результаты были получены и в Китае, где доступ к субсидиям и уровень цифровой грамотности снижали барьеры для внедрения агротехнологий [Cui, Wang,

2023]. В отличие от промышленного сектора, где инновационная культура и ресурсы могут конкурировать по значимости, в аграрном секторе они проявляются как взаимодополняющие условия для успешного внедрения инноваций [Masi et al., 2022].

Подтверждается центральная роль социального влияния в процессе восприятия и принятия инноваций. Социальное влияние оказывает одновременное воздействие как на восприятие полезности технологий, так и на оценку простоты их использования.

Этот вывод соответствует теоретическим предпосылкам моделей TAM и UTAUT, в которых социальные и институциональные факторы рассматриваются как критические предикторы отношения к инновациям [Davis, 1989; Venkatesh et al., 2003]. Для агропромышленного сектора это особенно актуально, поскольку управленческие решения формируются под воздействием отраслевых трендов, действий конкурентов и примеров лидеров рынка. Аналогичные тенденции были выявлены в исследованиях, проведенных в разных странах: например, в Германии восприятие искусственного интеллекта определяется прежде всего его практической полезностью [Mohr, Kühl, 2021], а в Пакистане ключевыми факторами стали институциональная поддержка и обучение кадров [Adnan, Rehman, Alam, 2025]. Таким образом, социальное влияние в аграрном секторе следует понимать не только как форму внешнего давления, но и как отражение отраслевого и институционального контекста.

В ходе исследования было установлено отсутствие статистически значимой связи между простотой использования технологий и их фактическим принятием в аграрном секторе. Этот результат отличается от выводов исследований, проведенных в ИТ-секторе и среди небольших фермерских хозяйств, где легкость освоения технологий традиционно считается важным условием внедрения.

На наш взгляд, данный феномен можно объяснить взаимодополняющими причинами. Во-первых, согласно моделям TAM и UTAUT, простота использования имеет ключевое значение на индивидуальном уровне

не, тогда как на организационном уровне приоритетом становится воспринимаемая полезность и экономическая отдача [Venkatesh et al., 2003]. Для аграрных компаний главным критерием остается стратегическая эффективность, а сложности освоения воспринимаются как преодолимые.

Во-вторых, специфика российского агропромышленного комплекса усиливает этот тренд: высокая доля малых и средних предприятий, дефицит квалифицированных кадров и недостаточно развитая цифровая инфраструктура приводят к тому, что ИИ часто внедряются через внешних интеграторов или ИТ-аутсорсинг. В результате вопросы эргономики и технической сложности решаются поставщиками, а руководители ориентируются прежде всего на финансирование и ожидаемую рентабельность.

Таким образом, в отличие от других контекстов, где простота использования выступает в качестве самостоятельного фактора, в аграрном секторе ее роль подчинена экономическим и институциональным аспектам.

Итоги исследования позволяют уточнить применимость универсальных моделей TAM и UTAUT к агропромышленному комплексу. В отличие от высокотехнологичных отраслей, где ключевую роль играют технологические предикторы, для аграрных предприятий определяющими оказываются организационные, ресурсные и институциональные условия. Это указывает на необходимость рассматривать принятие инноваций не только как результат индивидуального восприятия технологий, но и как отражение отраслевого и социального контекста.

Таким образом, полученные данные расширяют границы традиционных моделей, показывая, что их применение в аграрном секторе требует акцента на внешние факторы – государственную поддержку, отраслевые практики и ресурсные ограничения. В этом заключается теоретический вклад работы: адаптация классических подходов к специфике агропромышленного производства и выявление механизмов, через которые социальное и институциональное окружение определяет успешность цифровой трансформации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование эмпирически подтвердило комплексный характер факторов, влияющих на внедрение искусственного интеллекта в аграрном секторе, выявив ключевую роль управленческих и ресурсных составляющих. Готовность организаций к изменениям в наибольшей степени определяется инновационной культурой ($\beta = 0,580$) и доступностью ресурсов ($\beta = 0,307$), тогда как координация процессов играет вспомогательную роль ($\beta = 0,103$).

Отраслевой спецификой российского АПК стало опровержение гипотезы о влиянии простоты исполь-

зования при одновременном подтверждении значимости воспринимаемой полезности ($\beta = 0,351$). Это указывает на то, что решения об инвестициях в ИИ принимаются на стратегическом уровне и обусловлены экономической целесообразностью и ожидаемой отдачей, а технические барьеры преодолеваются через работу с внешними интеграторами и поставщиками решений.

Научная новизна работы заключается в расширении применимости моделей TAM и UTAUT для агропромышленного комплекса. Адаптация осуществлена за счет дополнения этих моделей переменными, отражающими организационные и институциональные особенности сектора, такими как координация процессов и доступность ресурсов. Это позволило учесть управленческие условия, которые определяют успешность внедрения искусственного интеллекта на российских агропредприятиях.

Практическая значимость выражается в адресных рекомендациях для трех групп стейкхолдеров:

- *руководителям аграрных предприятий* рекомендуется в первую очередь сосредоточить усилия на развитии инновационной культуры, укреплении ресурсной базы и использовании механизмов социального влияния для минимизации сопротивления изменениям; управленческие решения должны базироваться преимущественно на экономической целесообразности, а вопросы удобства пользовательских интерфейсов могут быть решены посредством привлечения внешних интеграторов;
- *государственным органам и отраслевым ассоциациям* целесообразно оказывать поддержку малым и средним предприятиям посредством субсидирования и софинансирования проектов, а также формировать отраслевые центры компетенций и популяризировать типовые бизнес-кейсы внедрения искусственного интеллекта;
- *разработчикам ИИ и консультантам* рекомендуется позиционировать свои решения, акцентируя внимание на их стратегической и экономической ценности, использовать амбассадоров из числа отраслевых лидеров и предлагать комплексные решения «под ключ», включающие сопровождение внедрения и обучение персонала.

Ограничением нашего исследования является то, что выборка охватывает преимущественно предприятия из Уральского и Сибирского федеральных округов. Это создает трудности для прямой экстраполяции результатов на весь агропромышленный комплекс Российской Федерации. Полученные выводы в большей степени релевантны для малых и средних предприятий.

Перспективы дальнейших исследований видятся в следующих направлениях:

- сравнительный межотраслевой анализ, направленный на выявление универсальных и отраслевых барьеров внедрения ИИ;

- лонгитюдные исследования, позволяющие отслеживать динамику влияния факторов по мере роста цифровой зрелости отрасли;
- изучение роли внешних интеграторов и консультантов как посредников, снижающих барьеры, связанные со сложностью освоения технологий.

Таким образом, успешная цифровая трансформация аграрного сектора зависит от способности предприятий и институтов сформировать устойчивое единство «инновационная культура – ресурсы – полезность», где технология воспринимается не просто как инструмент, а как стратегический актив, обеспечивающий измеримую экономическую ценность. ■

Приложение – Операционализация переменных исследования
Appendix – Operationalization of research variables

Конструкт	Переменная	Вопросы
1. Степень координации (Coordination Level)	CL1	В нашей компании налажено взаимодействие между различными отделами и подразделениями
	CL2	Внедрение инноваций сопровождается совместной работой подразделений и обменом информацией
	CL3	Руководство устраняет возникающие разногласия и обеспечивает согласованность целей подразделений при внедрении изменений
2. Восприятие полезности ИИ (Perceived Usefulness)	PU1	ИИ может повысить производительность и эффективность работы в нашей компании
	PU2	Применение ИИ поможет нашей компании сократить производственные издержки
	PU3	Внедрение ИИ позволит нашей компании оптимизировать логистические процессы и цепочки поставок
	PU4	Применение ИИ может усилить конкурентоспособность нашей компании на рынке
3. Оценка простоты использования ИИ (Perceived Ease of Use)	PEOU1	Наши специалисты смогут быстро научиться работать с ИИ
	PEOU2	Технологии ИИ легко интегрируются с уже используемыми цифровыми системами
	PEOU3	ИИ-инструменты имеют понятный и удобный интерфейс и функционал
4. Социальное влияние (Social Influence)	SI1	Сотрудники положительно относятся к использованию ИИ
	SI2	Внедрение ИИ конкурентами влияет на наши управленческие решения
	SI3	В агропромышленном комплексе наблюдается рост спроса на технологии ИИ
5. Инновационная культура (Innovation Culture)	IC1	В нашей компании внедрение новых технологий поощряется и приветствуется
	IC2	Руководство поддерживает инициативы и эксперименты с инновационными решениями
	IC3	Наша компания внимательно следит за новыми технологическими трендами в агропромышленном комплексе
	IC4	Сотрудники готовы предлагать и тестировать новые технологии
6. Доступность ресурсов (Resource Availability)	RA1	Наша компания располагает достаточными финансовыми ресурсами для внедрения технологий ИИ
	RA2	В компании работают квалифицированные специалисты, способные эффективно применять ИИ
	RA3	В компании есть развитая ИТ-инфраструктура, необходимая для внедрения ИИ
7. Готовность к изменениям (Readiness for Change)	RFC1	Сотрудники нашей компании готовы адаптировать привычные практики при внедрении новых технологий
	RFC2	Сотрудники нашей компании воспринимают технологические изменения как естественный и неизбежный процесс
	RFC3	Наша компания быстро адаптируется к изменениям в отрасли
8. Принятие инноваций (Innovation Adoption)	IA1	Наша компания рассматривает возможность внедрения ИИ в будущем
	IA2	В нашей компании изучаются возможные стратегии интеграции ИИ в наши бизнес-процессы
	IA3	В нашей компании обсуждаются или тестируются инициативы, связанные с технологиями ИИ

Источники

- Бегичева С.В., Бегичева А.К., Назаров Д.М. (2024). Разработка модели выделения детерминант успешного импорто-замещения программного обеспечения // Бизнес-информатика. Т. 18, № 3. С. 7–23. <https://doi.org/10.17323/2587-814X.2024.3.7.23>
- Лысенко Д.Н. (2025). Развитие инновационного потенциала организаций АПК // Учет и статистика. Т. 22, № 2. С. 48–56. <https://doi.org/10.54220/1994-0874.2025.47.96.006>
- Митрофанова И.В., Шкарупа Е.А. (2021). Инновационный вектор развития отечественного АПК: тенденции, ограничения и перспективы // Экономика: вчера, сегодня, завтра. Т. 11, № 12А. С. 131–146. <https://doi.org/10.34670/AR.2021.52.61.014>
- Мулярец С.А. (2021). Специфика и проблемы цифровой трансформации предприятий российского агропромышленного комплекса // Инновации и инвестиции. № 4. С. 315–320.
- Орлова Н.В., Серова Е.В., Николаев Д.В., Хворостяная А.С., Новикова Ю.А., ... Чулок А.А. (2020). Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России // Agriculture 4.0: докл. к XXI Агр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества (Москва, 2020 г.) / под ред. Н.В. Орловой. Москва: Изд. дом Высшей школы экономики.
- Скворцов Е.А. (2020). Перспективы применения технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве региона // Экономика региона. Т. 16, № 2. С. 563–576. <https://doi.org/10.17059/2020-2-17>
- Скворцов Е.А., Скворцова Е.Г., Санду И.С., Иовлев Г.А. (2018). Переход сельского хозяйства к цифровым, интеллектуальным и роботизированным технологиям // Экономика региона. Т. 14, вып. 3. С. 1014–1028. <https://doi.org/10.17059/2018-3-23>
- Терновых К.С., Куренная В.В., Агибалов А.В. (2020). Развитие инноваций в сельском хозяйстве: тенденции, перспективы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. Т. 13, № 2 (65). С. 96–103. <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2020.2.96>
- Adnan N., Rehman H.M., Alam M.N. (2025). Exploring agricultural innovation: An empirical investigation of factors influencing the adoption and non-adoption of smart fertilizer technology among farmers in developing countries. *Agriculture & Food Security*, vol. 14, 11. <https://doi.org/10.1186/s40066-025-00529-0>
- Armenakis A.A., Harris S.G. (2009). Reflections: Our journey in organizational change research and practice. *Journal of Change Management*, vol. 9, issue 2, pp. 127–142. <https://doi.org/10.1080/14697010902879079>
- Bronson K. (2018). Smart farming: Including rights holders for responsible agricultural innovation. *Technology Innovation Management Review*, vol. 8, issue 2, pp. 7–14. <https://doi.org/10.22215/timreview/1135>
- Chui M., Hazan E., Roberts R., Singla A., Smaje K., Sukharevsky A., ... Zammel R. (2023). *The economic potential of generative AI: The next productivity frontier*. New York: McKinsey & Company.
- Cui L., Wang W. (2023). Factors affecting the adoption of digital technology by farmers in China: A systematic literature review. *Sustainability*, vol. 15, issue 20, 14824. <https://doi.org/10.3390/su152014824>
- Davis F.D., Bagozzi R.P., Warshaw P.R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, vol. 35, no. 8, pp. 982–1003.
- Dibbern T., Romani L.A.S., Massruhá S.M.F.S. (2024). Main drivers and barriers to the adoption of digital agriculture technologies. *Smart Agricultural Technology*, vol. 8, 100459. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100459>
- Dibbern T., Romani L.A.S., Massruhá S.M.F.S. (2025). Drivers and barriers to digital agriculture adoption: A mixed-methods analysis of challenges and opportunities in Latin American. *Sustainability*, vol. 17, issue 8, 3676. <https://doi.org/10.3390/su17083676>
- Dillman D.A., Smyth J.D., Christian L.M. (2014). *Internet, phone, mail and mixed-mode surveys: The tailored design method*. 4th ed. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Eastwood C., Klerkx L., Ayre M., Dela Rue B. (2019). Managing socio-ethical challenges in the development of smart farming: From a fragmented to a comprehensive approach for responsible research and innovation. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, vol. 32, pp. 741–768. <https://doi.org/10.1007/s10806-017-9704-5>
- Fielke S.J., Garrard R., Jakku E., Fleming A., Wiseman L., Taylor B.M. (2019). Conceptualising the DAIS: Implications of the 'Digitalisation of Agricultural Innovation Systems' on technology and policy at multiple levels. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, vol. 90–91, issue 1. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.04.002>
- Goedde L., Katz J., Ménard A., Revellat J. (2020). *Agriculture's connected future: How technology can yield new growth*. New York: McKinsey & Company.
- Hair J.F. Jr., Hult G.T.M., Ringle C.M., Sarstedt M., Danks N.P. (2021). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R: A workbook. Cham: Springer.
- Ingram J., Maye D. (2020). What are the implications of digitalisation for agricultural knowledge? *Frontiers in Sustainable Food Systems*, vol. 4, 66. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00066>
- Klerkx L., Begemann S. (2020). Supporting food systems transformation: The what, why, who, where and how of mission-oriented agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*, vol. 184, 102901. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102901>
- Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, vol. 90–91, issue 1. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Klerkx L., Rose D. (2020). Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *Global Food Security*, vol. 24, 100347. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100347>

- Lioutas E.D., Charatsari C. (2020). Smart farming and short food supply chains: Are they compatible? *Land Use Policy*, vol. 94, 104541. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104541>
- Masi M., De Rosa M., Vecchio Y., Bartoli L., Adinolfi F. (2022). The long way to innovation adoption: Insights from precision agriculture. *Agricultural and Food Economics*, vol. 10, 27. <https://doi.org/10.1186/s40100-022-00236-5>
- Mohr S., Kühl R. (2021). Acceptance of artificial intelligence in German agriculture: An application of the technology acceptance model and the theory of planned behavior. *Precision Agriculture*, vol. 22, pp. 1816–1844. <https://doi.org/10.1007/s11119-021-09814-x>
- Podsakoff P.M., MacKenzie S.B., Lee J.-Y., Podsakoff N.P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, vol. 88, no. 5, pp. 879–903. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.5.879>
- Rigdon E.E., Sarstedt M., Ringle C.M. (2017). On comparing results from CB-SEM and PLS-SEM: Five perspectives and five recommendations. *Marketing ZFP – Journal of Research and Management*, vol. 39, issue 3, pp. 4–16. <https://doi.org/10.15358/0344-1369-2017-3-4>
- Rijswijk K., Klerkx L., Bacco M., Bartolini F., Bulten E., Debruyne L., ... Brunori G. (2021). Digital transformation of agriculture and rural areas: A socio-cyber-physical system framework to support responsabilisation. *Journal of Rural Studies*, vol. 85, pp. 79–90. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.05.003>
- Rogers E.M. (2010). *Diffusion of innovations*. 4th ed. New York: Simon and Schuster.
- Rose D.C., Chilvers J. (2018). Agriculture 4.0: Broadening responsible innovation in an era of smart farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, vol. 2, 87. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00087>
- Rose D.C., Wheeler R., Winter M., Lobley M., Chivers C.-A. (2021). Agriculture 4.0: Making it work for people, production, and the planet. *Land Use Policy*, vol. 100, 104933. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104933>
- Rotz S., Duncan E., Small M., Botschner J., Dara R., Mosby I., ... Fraser E.D.G. (2019). The politics of digital agricultural technologies: A preliminary review. *Sociologia Ruralis*, vol. 59, issue 2, pp. 203–229. <https://doi.org/10.1111/soru.12233>
- Sarstedt M., Ringle C.M., Hair J.F. (2021). Partial least squares structural equation modeling. In: C. Homburg, M. Klarmann, A.E. Vomberg. (Eds.). *Handbook of market research*. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_15-2
- Teece D.J. (2018). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, vol. 51, issue 1, pp. 40–49. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007>
- Tornatzky L.G., Fleischer M. (1990). *The processes of technological innovation*. Lexington: Lexington Books.
- Venkatesh V., Morris M.G., Davis G.B., Daviset F.D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, vol. 27, no. 3, pp. 425–478.
- Weiner B.J. (2009). A theory of organizational readiness for change. *Implementation Science*, vol. 4, 67. <https://doi.org/10.1186/1748-5908-4-67>

References

- Begicheva S.V., Begicheva A.K., Nazarov D.M. (2024). Constructing a model to identify the determinants of successful software import substitution. *Biznes-informatika / Business Informatics*, vol. 18, no. 3, pp. 7–23. <https://doi.org/10.17323/2587-814X.2024.3.7.23>. (in Russ.)
- Lysenko D.N. (2025). Development of innovative potential of APK organizations. *Uchet i statistika / Accounting and Statistics*, vol. 22, no. 2, pp. 48–56. <https://doi.org/10.54220/1994-0874.2025.47.96.006>. (in Russ.)
- Mitrofanova I.V., Shkarupa E.A. (2021). The innovative vector of development of the domestic agro-industrial complex: Trends, constraints and prospects. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra / Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*, vol. 11, no. 12A, pp. 131–146. <https://doi.org/10.34670/AR.2021.52.61.014>. (in Russ.)
- Mulyarec S.A. (2021). Specifics and problems of digital transformation of russian agro-industrial complex. *Innovatsii i investitsii / Innovation & Investment*, no. 4, pp. 315–320. (in Russ.)
- Orlova N.V. (Ed.), Serova E.V., Nikolaev D.V., Khvorostyanaya A.S., Novikova Yu.A., Yavkina E.V., ... Chulok A.A. (2020). *Development in innovations for agroindustrial sector in Russia. Agriculture 4.0*. Moscow: HSE Publ. (in Russ.)
- Skvortsov E.A. (2020). Prospects of applying artificial intelligence technologies in regional agriculture. *Ekonomika regiona / Economy of Region*, vol. 16, no. 2, pp. 563–576. <https://doi.org/10.17059/2020-2-17>. (in Russ.)
- Skvortsov E.A., Skvortsova E.G., Sandu I.S., Iovlev G.A. (2018). Transition of agriculture to digital, intellectual and robotics technologies. *Ekonomika regiona / Economy of Region*, vol. 14, no. 3, pp. 1014–1028. <https://doi.org/10.17059/2018-3-23>. (in Russ.)
- Ternovykh K.S., Kurenaya V.V., Agibalov A.V. (2020). Development of innovations in agriculture: Trends and prospects. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta / Vestnik of Voronezh State Agrarian University*, vol. 13, no. 2 (65), pp. 96–103. <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2020.2.96>. (in Russ.)
- Adnan N., Rehman H.M., Alam M.N. (2025). Exploring agricultural innovation: An empirical investigation of factors influencing the adoption and non-adoption of smart fertilizer technology among farmers in developing countries. *Agriculture & Food Security*, vol. 14, 11. <https://doi.org/10.1186/s40066-025-00529-0>
- Armenakis A.A., Harris S.G. (2009). Reflections: Our journey in organizational change research and practice. *Journal of Change Management*, vol. 9, issue 2, pp. 127–142. <https://doi.org/10.1080/14697010902879079>
- Bronson K. (2018). Smart farming: Including rights holders for responsible agricultural innovation. *Technology Innovation Management Review*, vol. 8, issue 2, pp. 7–14. <https://doi.org/10.22215/timreview/1135>

- Chui M., Hazan E., Roberts R., Singla A., Smaje K., Sukharevsky A., ... Zimmel R. (2023). *The economic potential of generative AI: The next productivity frontier*. New York: McKinsey & Company.
- Cui L., Wang W. (2023). Factors affecting the adoption of digital technology by farmers in China: A systematic literature review. *Sustainability*, vol. 15, issue 20, 14824. <https://doi.org/10.3390/su152014824>
- Davis F.D., Bagozzi R.P., Warshaw P.R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, vol. 35, no. 8, pp. 982–1003.
- Dibbern T., Romani L.A.S., Massruhá S.M.F.S. (2024). Main drivers and barriers to the adoption of digital agriculture technologies. *Smart Agricultural Technology*, vol. 8, 100459. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100459>
- Dibbern T., Romani L.A.S., Massruhá S.M.F.S. (2025). Drivers and barriers to digital agriculture adoption: A mixed-methods analysis of challenges and opportunities in Latin American. *Sustainability*, vol. 17, issue 8, 3676. <https://doi.org/10.3390/su17083676>
- Dillman D.A., Smyth J.D., Christian L.M. (2014). *Internet, phone, mail and mixed-mode surveys: The tailored design method*. 4th ed. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Eastwood C., Klerkx L., Ayre M., Dela Rue B. (2019). Managing socio-ethical challenges in the development of smart farming: From a fragmented to a comprehensive approach for responsible research and innovation. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, vol. 32, pp. 741–768. <https://doi.org/10.1007/s10806-017-9704-5>
- Fielke S.J., Garrard R., Jakku E., Fleming A., Wiseman L., Taylor B.M. (2019). Conceptualising the DAIS: Implications of the 'Digitalisation of Agricultural Innovation Systems' on technology and policy at multiple levels. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, vol. 90–91, issue 1. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.04.002>
- Goedde L., Katz J., Ménard A., Revellat J. (2020). *Agriculture's connected future: How technology can yield new growth*. New York: McKinsey & Company.
- Hair J.F. Jr., Hult G.T.M., Ringle C.M., Sarstedt M., Danks N.P. (2021). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R: A workbook. Cham: Springer.
- Ingram J., Maye D. (2020). What are the implications of digitalisation for agricultural knowledge? *Frontiers in Sustainable Food Systems*, vol. 4, 66. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00066>
- Klerkx L., Begemann S. (2020). Supporting food systems transformation: The what, why, who, where and how of mission-oriented agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*, vol. 184, 102901. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2020.102901>
- Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, vol. 90–91, issue 1. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Klerkx L., Rose D. (2020). Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *Global Food Security*, vol. 24, 100347. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100347>
- Lioutas E.D., Charatsari C. (2020). Smart farming and short food supply chains: Are they compatible? *Land Use Policy*, vol. 94, 104541. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104541>
- Masi M., De Rosa M., Vecchio Y., Bartoli L., Adinolfi F. (2022). The long way to innovation adoption: Insights from precision agriculture. *Agricultural and Food Economics*, vol. 10, 27. <https://doi.org/10.1186/s40100-022-00236-5>
- Mohr S., Kühl R. (2021). Acceptance of artificial intelligence in German agriculture: An application of the technology acceptance model and the theory of planned behavior. *Precision Agriculture*, vol. 22, pp. 1816–1844. <https://doi.org/10.1007/s11119-021-09814-x>
- Podsakoff P.M., MacKenzie S.B., Lee J.-Y., Podsakoff N.P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, vol. 88, no. 5, pp. 879–903. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.5.879>
- Rigdon E.E., Sarstedt M., Ringle C.M. (2017). On comparing results from CB-SEM and PLS-SEM: Five perspectives and five recommendations. *Marketing ZFP – Journal of Research and Management*, vol. 39, issue 3, pp. 4–16. <https://doi.org/10.15358/0344-1369-2017-3-4>
- Rijswijk K., Klerkx L., Bacco M., Bartolini F., Bulten E., Debruyne L., ... Brunori G. (2021). Digital transformation of agriculture and rural areas: A socio-cyber-physical system framework to support responsabilisation. *Journal of Rural Studies*, vol. 85, pp. 79–90. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.05.003>
- Rogers E.M. (2010). *Diffusion of innovations*. 4th ed. New York: Simon and Schuster.
- Rose D.C., Chilvers J. (2018). Agriculture 4.0: Broadening responsible innovation in an era of smart farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, vol. 2, 87. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00087>
- Rose D.C., Wheeler R., Winter M., Lobley M., Chilvers C.-A. (2021). Agriculture 4.0: Making it work for people, production, and the planet. *Land Use Policy*, vol. 100, 104933. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104933>
- Rotz S., Duncan E., Small M., Botschner J., Dara R., Mosby I., ... Fraser E.D.G. (2019). The politics of digital agricultural technologies: A preliminary review. *Sociologia Ruralis*, vol. 59, issue 2, pp. 203–229. <https://doi.org/10.1111/soru.12233>
- Sarstedt M., Ringle C.M., Hair J.F. (2021). Partial least squares structural equation modeling. In: C. Homburg, M. Klarmann, A.E. Vomberg. (Eds.). *Handbook of market research*. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_15-2
- Teece D.J. (2018). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, vol. 51, issue 1, pp. 40–49. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007>
- Tornatzky L.G., Fleischer M. (1990). *The processes of technological innovation*. Lexington: Lexington Books.

- Venkatesh V., Morris M.G., Davis G.B., Daviset F.D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, vol. 27, no. 3, pp. 425–478.
- Weiner B.J. (2009). A theory of organizational readiness for change. *Implementation Science*, vol. 4, 67. <https://doi.org/10.1186/1748-5908-4-67>

Информация об авторах

Information about the authors

Бегичева Светлана Викторовна

Кандидат экономических наук, доцент кафедры бизнес-информатики. **Уральский государственный экономический университет**, г. Екатеринбург, РФ. E-mail: begichevas@mail.ru

Назаров Дмитрий Михайлович

Доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры бизнес-информатики. **Уральский государственный экономический университет**, г. Екатеринбург, РФ. E-mail: slup@mail.ru

Дрягунова Надежда Викторовна

Специалист отдела информационной безопасности. **ООО «Банк Точка»**, г. Екатеринбург, РФ. E-mail: dryagunova.nadya@yandex.ru

Svetlana V. Begicheva

Cand. Sc. (Econ.), Associate Professor of Business Informatics Dept. **Ural State University of Economics**, Ekaterinburg, Russia. E-mail: begichevas@mail.ru

Dmitry M. Nazarov

Dr. Sc. (Econ.), Associate Professor, Professor of Business Informatics Dept. **Ural State University of Economics**, Ekaterinburg, Russia. E-mail: slup@mail.ru

Nadezhda V. Dryagunova

Information security specialist. **ООО Bank Tochka**, Ekaterinburg, Russia. E-mail: dryagunova.nadya@yandex.ru