

Научная статья
УДК 338.2
DOI 10.18101/2304-4446-2025-1-159-166

Моделирование экономической эффективности внедрения умных технологий на сельхозпредприятиях

© **Чемерис Ольга Сергеевна**

кандидат экономических наук, доцент,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29 лит. Б
Московский финансово-промышленный университет «Синергия»
Россия, 129090, г. Москва, ул. Мещанская, 9/14, стр. 1
chemeris_os@spbstu.ru

© **Карпович Роман Владимирович**

аспирант,
Московский финансово-промышленный университет «Синергия»
Россия, 129090, г. Москва, ул. Мещанская, 9/14, стр. 1
romankarpowich.main@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы моделирования экономической эффективности внедрения умных технологий на сельскохозяйственных предприятиях. На фоне растущей глобальной конкуренции и потребности в устойчивом сельскохозяйственном производстве цифровизация аграрного сектора, включающая элементы искусственного интеллекта, роботизации и интернет-вещей (IoT), становится важным фактором повышения продуктивности и сокращения издержек. Применение умных технологий способствует улучшению показателей урожайности, снижению затрат на воду и удобрения, а также оптимизации процессов управления животноводством. Исследование опирается на модели, использующие методы линейного программирования и машинного обучения для анализа экономической эффективности и оценки рисков, связанных с внедрением данных технологий. Рассмотрены примеры применения умных технологий на предприятиях, которые демонстрируют потенциал для значительного роста производительности и повышения устойчивости к климатическим и экономическим вызовам. В статье также уделяется внимание экологическим аспектам, поскольку снижение негативного воздействия на окружающую среду с использованием инновационных технологий становится приоритетом для аграрного сектора.

Ключевые слова: умные технологии, моделирование, экономическая эффективность, сельское хозяйство, цифровизация, искусственный интеллект, интернет вещей, линейное программирование, устойчивое развитие, оптимизация ресурсов.

Для цитирования

Чемерис О. С., Карпович Р. В. Моделирование экономической эффективности внедрения умных технологий на сельхозпредприятиях // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2025. № 1. С. 159–166.

Введение

Сельское хозяйство является одной из ключевых отраслей экономики, обеспечивающей продовольственную безопасность и стабильное развитие регионов. В условиях нарастающей глобальной конкуренции и климатических изменений

российские агропредприятия сталкиваются с необходимостью повышать эффективность и устойчивость своих производственных процессов. В последние годы заметен активный переход к использованию цифровых технологий и искусственного интеллекта в сельском хозяйстве, что способствует повышению продуктивности и снижению зависимости от внешних факторов [2].

По данным Министерства сельского хозяйства РФ, доля цифровых технологий в агропромышленном комплексе выросла на 12% в 2022 г., что свидетельствует о стремлении предприятий адаптироваться к новым требованиям рынка и использовать умные технологии для повышения производственных показателей. Такие технологии включают роботизированные системы, умные сенсоры и платформы для анализа данных, что позволяет минимизировать расходы на воду, удобрения и человеческий труд, а также повысить точность принятия решений [3]. Внедрение умных технологий на предприятиях также способствует улучшению качества и безопасности продукции, поддерживая требования экостандартов [5].

Системы умного управления на фермах и в полевых условиях позволяют в реальном времени собирать данные о состоянии растений, животных, почвы и погоды [10]. Это позволяет не только оптимизировать производственные процессы, но и своевременно реагировать на изменяющиеся условия, повышая общую устойчивость агропроизводства [4]. В таких условиях актуальным становится вопрос экономической эффективности внедрения этих технологий, а также разработки моделей, которые бы позволяли оценить влияние умных решений на сельскохозяйственные процессы и конечные результаты.

Результаты

Проведем обзор разработок и обоснование модели для оценки экономической эффективности применения умных технологий на сельскохозяйственных предприятиях, учитывающей текущие вызовы и риски в агропромышленном комплексе. Для оценки экономической эффективности внедрения умных технологий на сельскохозяйственных предприятиях используется экономико-математическое моделирование, позволяющее анализировать влияние различных факторов на производственные показатели и выявлять оптимальные стратегии их применения. Основой методологического подхода является использование методов линейного программирования, статистического анализа и машинного обучения (рис. 1).

Эти инструменты позволяют учесть широкий спектр параметров, включая производственные затраты, климатические риски и уровень потребления ресурсов [3]. Методы машинного обучения играют важную роль в прогнозировании и оптимизации затрат на водоснабжение, удобрения и средства защиты растений. Использование алгоритмов анализа данных в реальном времени помогает выявлять ключевые тенденции и риски, что делает управление более точным и своевременным [6]. Для оценки влияния умных технологий на урожайность, снижение затрат и улучшение качества продукции применяются модели, учитывающие погодные условия, доступность ресурсов и характеристики почвы.

Метод Монте-Карло также используется для моделирования и оценки рисков, связанных с применением умных технологий в сельском хозяйстве. Этот метод позволяет проводить оценку вероятностного распределения результатов при варьировании ключевых параметров, таких как климатические условия и стоимость ресурсов. Применение метода Монте-Карло позволяет сформировать про-

гнозы на основе вероятностных сценариев и помогает сельхозпредприятиям оценить потенциальные выгоды и риски [5].

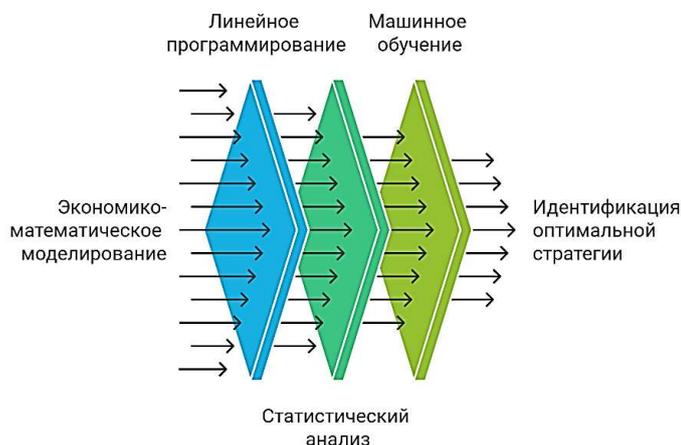


Рис. 1. Основы для оценки экономической эффективности внедрения умных технологий на сельскохозяйственных предприятиях (составлено авторами)

При моделировании экономической эффективности умных технологий в сельском хозяйстве учитываются важнейшие факторы и ограничения, описанные на рис. 2.



Рис. 2. Технологический синергизм в сельскохозяйственной отрасли (составлено авторами)

При этом важно отметить эффекты моделирования в этом контексте:

1. Климатические условия: погодные риски (засуха, ливни и экстремальные температуры) значительно влияют на продуктивность сельского хозяйства. Модели учитывают вероятности неблагоприятных климатических явлений и их воздействие на урожайность и затраты на поддержание производства [7].

2. Доступность ресурсов: одним из основных факторов является ограниченность доступа к воде, удобрениям и человеческим ресурсам. Модели оптимизации позволяют минимизировать использование ресурсов, применяя умные технологии, что, в свою очередь, повышает экономическую эффективность производства [4].

3. Технические ограничения: несмотря на быстрый рост умных технологий многие сельхозпредприятия сталкиваются с проблемами технической реализации из-за высоких первоначальных затрат и отсутствия доступа к специализированному оборудованию и квалифицированным кадрам. Эти аспекты ограничивают масштабы внедрения умных технологий и требуют дополнительных ресурсов для преодоления данных барьеров [2].

4. Экологические факторы: умные технологии позволяют сократить негативное воздействие на окружающую среду за счет снижения использования химических удобрений и пестицидов. Важно учитывать, что экологические факторы, такие как степень деградации почв и загрязнение водных ресурсов, могут ограничивать потенциальный эффект от внедрения умных решений, если технологии не будут адаптированы под конкретные природные условия [1].

5. Экономическая целесообразность: оценка затрат на внедрение умных технологий и ожидаемых выгод является ключевым фактором для принятия решений. Согласно данным исследований рентабельность умных ферм может варьироваться в зависимости от региона, типа предприятия и уровня технологической зрелости [3].

Стоит выделить преимущества и недостатки внедрения умных технологий на предприятиях сельскохозяйственной отрасли (рис. 3).



Рис. 3. Преимущества и недостатки внедрения умных технологий на предприятиях сельскохозяйственной отрасли (составлено авторами)

Проведенный анализ позволяет создать более точные модели, учитывающие не только экономические, но и экологические и ресурсные ограничения, что способствует принятию обоснованных решений для оптимизации работы сельскохозяйственных предприятий в условиях высокой неопределенности и ограниченности ресурсов.

Применение моделей для оценки экономической эффективности умных технологий на сельскохозяйственных предприятиях показало, что такие технологии способствуют повышению производительности и снижению эксплуатационных затрат. На практике это выражается в использовании умных сенсоров, которые позволяют мониторить влажность почвы и погодные условия, автоматизируя процессы полива и удобрения. Это приводит к снижению потребления воды на 20–30% и позволяет более эффективно управлять использованием удобрений, минимизируя их негативное воздействие на окружающую среду [2].

В качестве примера рассмотрим ситуацию в Свердловской области [4], где несколько фермерских хозяйств применили систему умного полива, оснащенную IoT-датчиками и интегрированную с прогнозами погоды. В результате наблюдалось увеличение урожайности на 15%, а также снижение расходов на воду и удобрения, что способствовало повышению общей рентабельности на 10%. Помимо оптимизации полива умные технологии, такие как системы мониторинга состояния животных и автоматизация кормления, позволили улучшить продуктивность животноводческих ферм, сокращая затраты на корма и снижая риски заболеваний животных [6].

Кроме того, модель, основанная на методе Монте-Карло, позволила оценить устойчивость таких предприятий к климатическим рискам и колебаниям цен на ресурсы. Практические расчеты показали, что с использованием данной модели можно прогнозировать возможные сценарии, обеспечивая предприятиям возможность заранее подготовиться к рискованным событиям, таким как засуха или скачок цен на корма [5].

Результаты моделирования показывают, что внедрение умных технологий в сельскохозяйственные предприятия является экономически целесообразным решением. Использование умных технологий позволило снизить затраты на водные ресурсы и удобрения, повысить продуктивность и уменьшить зависимость от климатических условий. Согласно данным, полученным на примере Свердловской области, внедрение технологий IoT и автоматизации полива и удобрения привело к увеличению урожайности на 15% и снижению операционных затрат на 10–15% [2].

Кроме того, использование систем автоматизации и мониторинга в животноводстве способствовало улучшению качества продукции и увеличению ее объема, что положительно сказалось на общей рентабельности предприятий. Однако важно отметить, что внедрение таких технологий требует значительных инвестиций и поддержки на уровне государства и регионов, особенно для малых и средних предприятий, которым труднее интегрировать умные системы из-за ограниченных ресурсов [7].

Таким образом, результаты исследования подтверждают, что внедрение умных технологий в сельское хозяйство не только способствует повышению экономической эффективности, но и снижает экологическую нагрузку на окружающую среду. Применение разработанных моделей позволяет более точно плани-

ровать и оптимизировать использование ресурсов, делая производство более устойчивым и экономически выгодным [11; 12]. В дальнейшем для расширения использования умных технологий рекомендуется продолжать исследования по разработке адаптированных моделей, а также поддерживать внедрение инноваций в сельском хозяйстве на государственном уровне.

В ходе исследования были рассмотрены вопросы моделирования экономической эффективности внедрения умных технологий на сельскохозяйственных предприятиях. Результаты исследования показали, что умные технологии, такие как системы интернет-вещей (IoT), искусственный интеллект и автоматизация, способны значительно повысить продуктивность аграрного производства, снизить затраты на ресурсы и уменьшить воздействие на окружающую среду (рис. 4).

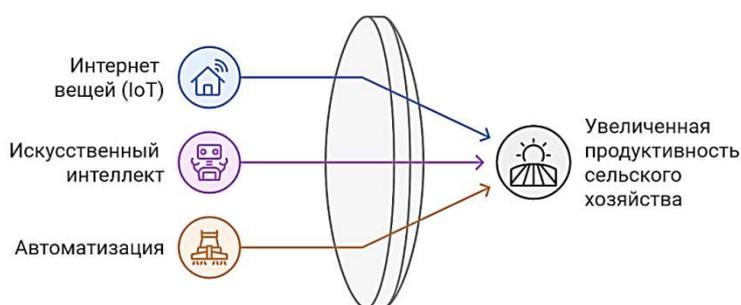


Рис. 4. Технологический синергизм в сельском хозяйстве (составлено авторами)

Экономико-математические модели, использующие методы линейного программирования и Монте-Карло, продемонстрировали свою эффективность в оценке и прогнозировании влияния умных технологий на различные аспекты сельскохозяйственного производства [3].

Применение технологий умного орошения и оптимизации использования удобрений позволило сократить потребление воды и повысить урожайность на 10–15%, что подтверждает значительный потенциал экономии и повышения рентабельности [4]. Внедрение систем мониторинга и автоматизации в животноводстве также показало положительные результаты в виде улучшения здоровья и продуктивности животных, что способствует росту общего объема и качества продукции [6].

Тем не менее успешное применение умных технологий требует значительных начальных инвестиций и квалифицированных специалистов, что остается вызовом для малых и средних сельхозпредприятий. В связи с этим поддержка государства в виде субсидий, грантов и образовательных программ может способствовать более широкому распространению этих технологий и обеспечению устойчивого развития агропромышленного комплекса [7].

Заключение

Таким образом, умные технологии становятся важным элементом будущего сельского хозяйства, обеспечивая баланс между экономической эффективностью и экологической устойчивостью. В условиях изменений климата и возрастания спроса на продовольствие такие инновации представляют собой неотъемлемую часть стратегического развития аграрного сектора.

Литература

1. Иванова С. П., Мясоедов, А. И. Изменения в цифровой экономике и ее влияние на общество // Экономика. Социология. Право. 2023. № 1(29). С. 14–23. DOI 10.22281/2542-1697-2023-02-01-14-23. Текст: непосредственный.
2. Мировые тенденции интеллектуализации сельского хозяйства. Научно-аналитический обзор / В. Ф. Федоренко, В. И. Черноиванов, В. Я. Гольяпин, И. В. Федоренко. Москва, 2018. 232 с. Текст: непосредственный.
3. Алабаев Р. В. Автоматизация сельского хозяйства: анализ перспектив и вызовов // Вестник аграрных технологий. 2022. № 4. С. 23–31. Текст: непосредственный.
4. Чернышев И. В. Экономическая эффективность внедрения инновационных технологий в агропромышленный комплекс // Экономика и управление в аграрном секторе. 2021. № 2. С. 45–52. DOI 10.18413/2542-1946-2021-45-52. Текст: непосредственный.
5. Левшун Д. С. Моделирование киберфизических систем и интернета вещей в интересах сельского хозяйства // Журнал прикладной информатики. 2020. № 7. С. 89–99.
6. Сидоров М. В., Кузнецов А. Е. Анализ и оценка эффективности внедрения искусственного интеллекта в сельском хозяйстве // Современные технологии в АПК. 2023. № 1. С. 14–21. Текст: непосредственный.
7. Корнеев О. С., Губарев Л. А. Цифровизация и ее влияние на производительность сельского хозяйства // Экономика и менеджмент. 2019. № 5(33). С. 112–118. Текст: непосредственный.
8. Степанов П. Л., Новиков М. В. Методы моделирования в сельском хозяйстве: Экономико-математический подход // Вестник агроэкономики. 2021. № 3. С. 77–83. Текст: непосредственный.
9. Край К. Ф., Хаджиева М. И. Экономическая эффективность внедрения инновационных технологий в сельское хозяйство в эпоху сквозной цифровизации // Вестник науки. 2020. № 1(2). С. 45–52. Текст: непосредственный.
10. Шифрин И. О. Цифровизация сельскохозяйственного производства в целях повышения эффективности сельскохозяйственных предприятий Пензенской области // Московский экономический журнал. 2020. №. 6. С. 738–743. Текст: непосредственный.
11. Погарская О. С. Повышение экономического потенциала регионов России посредством применения инновационной экологически чистой, энерго- и ресурсосберегающей технологии // В мире научных открытий. 2010. № 6–3(12). С. 203–208. Текст: непосредственный.
12. Потоцкая Л. Н. Цифровизация и ее влияние на механизм сельскохозяйственного землепользования // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5. Экономика. 2022. № 2(300). С. 48–55. Текст: непосредственный.

Статья поступила в редакцию 04.12.2024; одобрена после рецензирования 23.01.2025; принята к публикации 24.01.2025.

Modeling the Economic Efficiency of Implementing Smart Technology at Agricultural Enterprises

Olga S. Chemeris

Cand. Sci. (Econ.), A/Prof.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
29b Politekhnicheskaya St., St. Petersburg 195251, Russia
Moscow University for Industry and Finance "Synergy"
9/14, bldg 1 Meshchanskaya St., Moscow 129090, Russia
chemeris_os@spbstu.ru

Roman V. Karpovich

Research Assistant,

Moscow University for Industry and Finance "Synergy"

9/14, bldg 1 Meschanskaya St., Moscow 129090, Russia

romankarpowich.main@gmail.com

Abstract. The article deals with the issues of modeling the economic efficiency of implementing smart technologies in agricultural enterprises. Against the background of growing global competition and the need for sustainable agricultural production digitalization of the agricultural sector, including elements of artificial intelligence, robotics and the Internet of Things (IoT), is becoming an important factor in increasing productivity and reducing costs. Application of smart technology in agriculture helps to improve crop yields, reduce water and fertilizer costs, and optimize livestock management processes. The study is based on models using linear programming and machine learning methods to analyze the economic efficiency and assess the risks associated with the implementation of this technology. We have considered the examples of smart technology applications at enterprises, which demonstrate the potential for significant productivity growth and increased resilience to climate and economic challenges. The article also focuses on environmental aspects, since reducing the negative impact on the environment using innovative technologies is becoming a priority for the agricultural sector.

Keywords: smart technologies, modeling, economic efficiency, agriculture, digitalization, artificial intelligence, the Internet of things, linear programming, sustainable development, resource optimization.

For citation

Chemeris O. S., Karpovich R. V. Modeling the Economic Efficiency of Implementing Smart Technology at Agricultural Enterprises. *Bulletin of Buryat State University. Economy and Management*. 2025; 1: 159–166 (In Russ.).

The article was submitted 04.12.2024; approved after reviewing 23.01.2025; accepted for publication 24.01.2025.