



Научная статья

УДК 338.43

doi: 10.55186/25876740_2025_68_7_921

ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОГО АЛГОРИТМА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ АПК

В.Г. Ткаченко¹, В.С. Линник¹, Е.Н. Чеботарева¹,
В.Г. Григулецкий², Н.В. Коваленко³

¹Луганский государственный аграрный университет
имени К.Е. Ворошилова, Луганск, Россия

²Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

³Донбасский государственный технический университет,
Алчевск, Россия

Аннотация. Статья посвящена проблематике повышения эффективности управленческих решений в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации. Современный этап развития АПК характеризуется интенсивным внедрением цифровых технологий, что сопровождается резким увеличением объема и разнообразия данных, доступных для анализа и прогнозирования. В этих условиях традиционные методы управления, основанные на ретроспективных оценках и экспертном опыте, демонстрируют ограниченную результативность и требуют принципиального пересмотра. В статье обоснована необходимость перехода от статических и линейных моделей к адаптивным, самообучающимся системам управления, интегрирующим аналитические, когнитивные и прогнозные компоненты. Особое внимание уделено роли искусственного интеллекта в обеспечении устойчивости и предсказуемости производственных бизнес-процессов, а также сохранению значимости человеческого фактора в интерпретации данных и выборе стратегий управления. Цель исследования заключается в разработке и обосновании гибридного алгоритма принятия управленческих решений, обеспечивающего интеграцию практического опыта аграриев с вычислительными возможностями искусственного интеллекта. Алгоритм базируется на принципах адаптивности, когнитивной совместимости и итеративного обучения, что позволяет повысить точность, предсказуемость и устойчивость управленческих процессов в условиях высокой неопределенности аграрного производства. Разработанный алгоритм был апробирован в рамках модельного эксперимента на данных производственного мониторинга, что подтвердило его эффективность и применимость в практике цифрового управления агропродовольственными системами.

Ключевые слова: принятие управленческих решений, гибридный алгоритм, цифровизация АПК, интеллектуальная система

Original article

JUSTIFICATION AND DEVELOPMENT OF A HYBRID ALGORITHM FOR MANAGERIAL DECISION-MAKING UNDER THE CONDITIONS OF THE AIC DIGITAL TRANSFORMATION

V.G. Tkachenko¹, V.S. Linnik¹, E.N. Chebotareva¹,
V.G. Griguleckij², N.V. Kovalenko³

¹Luhansk Voroshilov State Agricultural University, LPR, Lugansk, Russia

²I.T. Trubilin Kuban State Agricultural University, Krasnodar, Russia

³Donbass State Technical University, Alchevsk, Russia

Abstract. The article is devoted to the problem of improving the efficiency of managerial decision-making in the agro-industrial complex under the conditions of digital transformation. The current stage of agricultural development is characterized by the intensive implementation of digital technologies, which leads to a sharp increase in the volume and diversity of data available for analysis and forecasting. Under these circumstances, traditional management methods based on retrospective assessments and expert experience demonstrate limited effectiveness and require a fundamental revision. The article substantiates the need to move from static and linear models to adaptive, self-learning management systems that integrate analytical, cognitive, and predictive components. Particular attention is paid to the role of artificial intelligence in ensuring the stability and predictability of production business processes, as well as to maintaining the importance of the human factor in data interpretation and strategic decision-making. The purpose of the study is to develop and substantiate a hybrid algorithm for managerial decision-making that integrates the practical experience of agricultural specialists with the computational capabilities of artificial intelligence. The algorithm is based on the principles of adaptability, cognitive compatibility, and iterative learning, which makes it possible to increase the accuracy, predictability, and resilience of management processes under conditions of high uncertainty in agricultural production. The developed algorithm was tested in a model experiment using production monitoring data, which confirmed its effectiveness and applicability in the practice of digital management of agri-food systems.

Keywords: managerial decision-making, hybrid algorithm, digitalization of the agro-industrial complex, intelligent system

Введение. Современный этап развития АПК характеризуется глубокими системными преобразованиями, вызванными цифровой трансформацией народного хозяйства. Цифровизация аграрной сферы существенно расширяет объем и разнообразие информации, доступной для анализа и принятия управленческих решений. К числу таких данных относятся результаты

дистанционного зондирования полей, показатели сенсорных систем, сведения мониторинговых платформ, метеорологических сетей, а также данные финансово-экономических и аналитических сервисов [1, 2]. Традиционные методы и инструменты принятия решений, основанные преимущественно на ретроспективных данных и экспертных оценках, оказываются недостаточно

эффективными в условиях растущей сложности и динамичности агропродовольственных систем. Их способность обрабатывать и интерпретировать большие массивы разнородных данных, необходимых для оперативной выработки управленческих решений, остаётся ограниченной. В результате алгоритмы, построенные на линейной логике и статических зависимостях,



постепенно утрачивают актуальность и требуют принципиальной модернизации.

Проблематика принятия решений в цифровой экономике АПК связана не только с объемом и скоростью обработки данных, но и с необходимостью адаптации управленческих моделей к быстро меняющимся условиям внешней среды, изменчивость которой в аграрном производстве обусловлена совокупностью природно-климатических, биологических и рыночных факторов [3]. В этих условиях возрастает потребность в переходе от статических моделей к адаптивным, самообучающимся системам управления, интегрирующим аналитические, прогнозные и когнитивные модули для обеспечения устойчивости и предсказуемости производственных бизнес-процессов в АПК.

Однако реализация такого перехода не может быть мгновенной по ряду объективных причин. Во-первых, на сегодняшний день отсутствует достаточный объем структурированных и репрезентативных данных, необходимых для создания и полноценного функционирования ИИ-систем [4]. Во-вторых, сохраняется дефицит кадров, обладающих компетенциями в области анализа данных, машинного обучения и цифрового управления [5]. В-третьих, не создана инфраструктура интеграции данных, включающая совместимые платформы, стандарты и каналы передачи информации между различными уровнями управления. В-четвертых, невозможно полностью отказаться от человеческого участия в процессе принятия решений поскольку опыт, интуиция и накопленные знания аграриев продолжают играть ключевую роль в интерпретации данных и выборе стратегических управленческих сценариев [6, 7]. Ряд исследований (например, [7, 8]) подчеркивают, что в сельском хозяйстве значительная часть решений остаётся эвристической по своей природе и основывается на когнитивных моделях, сформированных многолетним практическим опытом.

Следовательно, на современном транзитивном этапе цифровой трансформации аграрной сферы возникает необходимость в разработке алгоритма принятия управленческих решений, обеспечивающего плавный переход от традиционных экспертных моделей к формализованным интеллектуальным системам управления, создавая основу для постепенной интеллектуализации экономики аграрного производства.

Цель настоящего исследования — разработка и обоснование гибридного алгоритма

принятия управленческих решений в АПК, обеспечивающего интеграцию передового производственного опыта с возможностями ИИ-технологий для повышения точности, предсказуемости и устойчивости производственных бизнес-процессов.

Материалы и методы. Исследование выполнено с использованием комплексного подхода, объединяющего методы системного анализа, когнитивного моделирования и инструментов искусственного интеллекта. Методологическая основа работы базировалась на принципах интеграции экспертных и формализованных подходов к принятию управленческих решений, что соответствует концепции гибридных интеллектуальных систем.

В качестве эмпирической базы использовались данные производственного мониторинга посевов ячменя, полученные в хозяйствах Краснодарского края в 2021–2023 гг. Экономическая оценка эффективности внедрения гибридного алгоритма проводилась на основе расчёта относительных изменений урожайности, себестоимости и рентабельности. Для анализа использованы финансовые и производственные данные четырёх сельскохозяйственных организаций, различающихся по площади посевов, уровню механизации и организационно-экономическим условиям.

Результаты и обсуждение. Проведённый обзор научной литературы показал, что вне зависимости от отрасли, масштаба организации и характера управленческих задач (оперативных или стратегических), структура процесса принятия решений, как правило, сохраняет универсальный характер и включает ряд последовательных этапов (рис. 1).

В отдельных случаях исследователи укрупняют или, наоборот, детализируют данную структуру, вводя дополнительные компоненты или выделяя подпроцессы. Так, Н.А. Симон в классической работе [10] выделяет три базовых этапа: сбор информации, разработку альтернатив и выбор решения. С. Wu [11] отмечает, что модели принятия решений в цепочках поставок сельскохозяйственной продукции используют схему «идентификация проблемы — выбор критериев — поиск альтернатив — оценка — решение». В обзоре Н. Taherdoost и М. Madanchian [12] представлена обобщённая модель, включающая этапы «определение проблемы», «определение альтернатив», «оценка альтернатив», «выбор и реализация» и «мониторинг».

Таким образом, несмотря на разнообразие методологических подходов и предметных уточнений, в литературе прослеживается единый, устойчивый каркас процесса принятия решений, который может служить удобной отправной точкой для разработки гибридных алгоритмов управления, предусматривающих интеграцию экспертных оценок и формализованных интеллектуальных моделей.

Из представленных на рис. 1 этапов значительные сложности в условиях аграрного производства вызывает оценка управленческих альтернатив. Именно на этом этапе наиболее остро проявляется влияние неопределённости, обусловленной совокупностью экзогенных и эндогенных факторов, способных смещать ожидаемые результаты принятого решения. В отличие от промышленных отраслей, где большинство производственных процессов протекает в контролируемой среде и поддается стандартизации, сельское хозяйство функционирует в условиях стохастической неопределённости, вызванной природно-климатическими колебаниями, изменчивостью фитосанитарной обстановки, нестабильностью рыночных цен, доступности ресурсов и т.д.

Чтобы преодолеть критическую точку процесса принятия решений в АПК, связанную с неопределённостью, алгоритм должен включать в себя механизм ее компенсации, в основе которого лежит принцип выбора доминирующего контура анализа — экспертного или интеллектуального — в зависимости от полноты, достоверности и репрезентативности доступных данных (рис. 2).

Если объём и качество данных недостаточны для выявления статистически значимых закономерностей, активируется экспертный контур. В этом случае ключевая роль принадлежит специалисту, обладающему профессиональными знаниями, интуицией и практическим опытом. Решения формируются на основе эвристических правил, типовых сценариев и накопленных кейсов производственной практики. Однако данный подход сопровождается высокой степенью субъективности, а качество оценки альтернатив и принимаемых решений зависит от уровня квалификации или личных предпочтений эксперта. Кроме того, ориентация на индивидуальное мнение ограничивает масштабируемость таких решений на другие производственные ситуации.

Если данные отличаются достаточной полнотой, структурированностью и вариативностью, алгоритм автоматического переходит в интеллектуальный контур, где используются методы машинного обучения, интеллектуального анализа данных и предиктивного моделирования. В этом режиме управленческие решения формируются на основе выявленных закономерностей, статистических зависимостей и прогнозных моделей, что обеспечивает их объективность, воспроизводимость и масштабируемость.

Наконец, алгоритм предусматривает смешанный режим функционирования, при котором часть факторов неопределённости компенсируется с помощью ИИ-систем, а итоговое решение принимается с учётом экспертной корректировки и анализа производственного контекста. Такой подход позволяет объединить автоматизированные методы анализа с практическим опытом специалистов, обеспечивая более достоверную и всестороннюю оценку ситуации. Важно отметить, что включение экспертных оценок



Рисунок 1. Структура процесса принятия управленческих решений в сельскохозяйственных организациях
Figure 1. The structure of the managerial decision-making process in agricultural organizations



дополняет возможности интеллектуальных систем, позволяя учитывать те аспекты, которые трудно формализовать в виде алгоритмов.

В качестве примера успешной реализации гибридного алгоритма, направленного на снижение степени неопределённости в процессе принятия управленческих решений, рассмотрим проблему мониторинга болезней ячменя — важнейшей фуражной и продовольственной культуры. Среди биотических факторов, оказывающих существенное влияние на урожайность, особое место занимают возбудители заболеваний, поскольку потери урожая в результате их поражения могут достигать от 10 до 50%, в зависимости от погодных условий, типа патогена, сезона и устойчивости используемых сортов [13].

Для Краснодарского края типичен комплекс листовых заболеваний ячменя, представленный преимущественно ржавчинами (карликовой, жёлтой) и пятнистостями (сетчатой, тёмно-бурой). Точная и своевременная идентификация возбудителей указанных заболеваний имеет решающее значение при выборе оптимальных мер защиты растений, включая корректное определение сроков, доз и состава фунгицидных обработок.

На практике специалисты, осуществляющие фитосанитарную диагностику, часто сталкиваются с высокой степенью неопределённости, обусловленной морфологическим сходством симптомов различных заболеваний, особенно на ранних стадиях заражения (например, бурой и жёлтой ржавчин). При этом лабораторная диагностика требует значительных временных и материальных затрат, что ограничивает её оперативное применение на больших площадях. Эффективность защитных мероприятий напрямую зависит от точности первичной идентификации возбудителей, что делает рассматриваемую задачу ключевым элементом системы управления фитосанитарного риска производства ячменя.

В условиях высокой неопределённости фитосанитарного состояния посевов целесообразно реализовать взаимодействие экспертного

и интеллектуального компонентов, при котором искусственный интеллект используется для автоматизированного распознавания визуальных симптомов заболеваний, а эксперт-человек — для верификации и уточнения результатов с учётом агротехнологических и биологических особенностей производства [14]. Как показывают результаты исследований [15, 16], методы машинного обучения успешно решают задачи идентификации болезней ячменя, обеспечивая

качество распознавания патогенов, сопоставимое с экспертным, при этомкратно превосходя его по скорости обработки и охвату площадей (табл. 1).

После обработки информации другая интеллектуальная система формирует прогноз степени развития болезни, интегрируя результаты анализа визуальных признаков с дополнительными агротехническими, метеорологическими и биологическими параметрами (рис. 3).

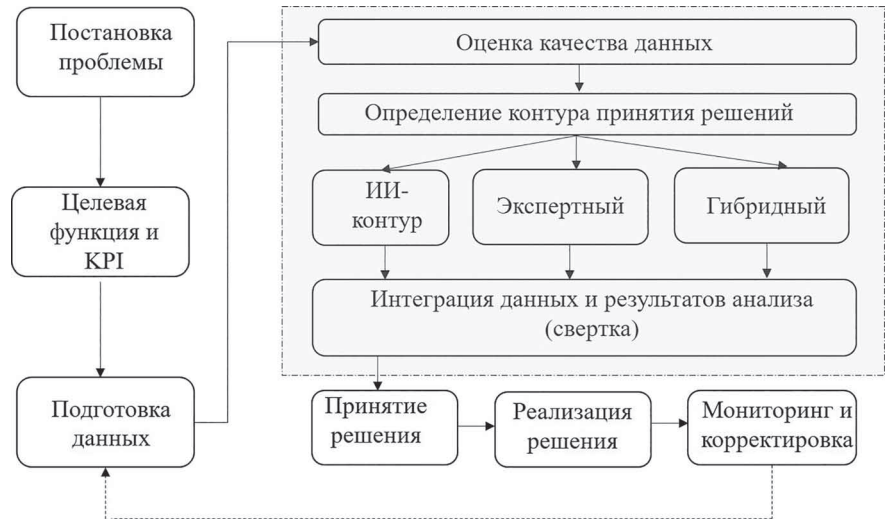


Рисунок 2. Архитектура гибридного алгоритма принятия решений
Figure 2. Architecture of the hybrid decision-making algorithm

Таблица 1. Метрики качества классификации грибных болезней ячменя с использованием сверточной нейросети
Table 1. Classification quality metrics of barley fungal diseases using a convolutional neural network

Класс	Точность (%)	Полнота (%)	F1-мера (%)	Качество модели (%)
ЗД (Здоровые)	100.0	100.0	100.0	97.6
КР (Карликовая ржавчина)	98.0	98.0	98.0	97.6
СП (Сетчатая пятнистость)	97.9	97.9	97.9	97.6
ТБП (Тёмно-бурая пятнистость)	100.0	100.0	100.0	97.6
Среднее	98.9	98.9	98.9	97.6

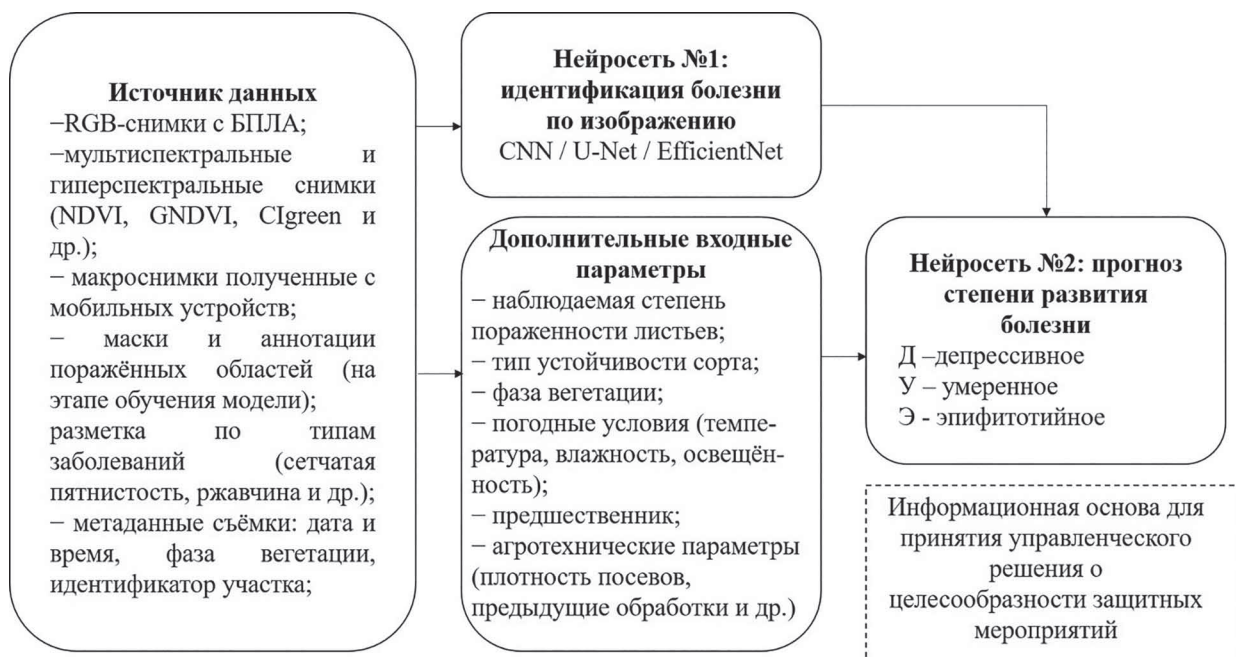


Рисунок 3. Логическая схема взаимодействия нейросетевых моделей в системе поддержки управленческих решений по защите растений
Figure 3. Logical diagram of the interaction of neural network models in the decision support system for crop protection





Полученные от второй нейросети результаты прогнозирования представляют собой аналитическую основу для последующих управленческих действий и служат ключевым элементом гибридного алгоритма. На данном этапе интеллектуальная система завершает свою функцию — формирование прогнозно-диагностической информации, необходимой для принятия решения.

Дальнейшее принятие решения осуществляется в рамках человеческого экспертного контура. Важно отметить, что предсказание ИИ не является автоматическим указанием к проведению защитных мероприятий, а выполняет роль фильтра неопределённости, позволяя эксперту сосредоточиться на наиболее вероятных сценариях развития болезни и исключить малозначимые варианты. Принятие решения о проведении защитных мероприятий на данном шаге определяется комплексом факторов:

- 1) экономическая целесообразность — соотношение предполагаемой потери урожая при отсутствии обработки и затрат на защитные меры;
- 2) агротехнические ограничения — допустимые сроки применения фунгицидов, фаза развития культуры, возможные остаточные эффекты;
- 3) экологические и нормативные факторы — требования по безопасности, ограничения по использованию химических препаратов, влияние на смежные культуры;
- 4) динамика и распространение инфекции — при прогнозе умеренного развития возможна локальная обработка отдельных участков, при эпифитотии — масштабные мероприятия.

Таким образом, эксперт интегрирует прогноз ИИ с дополнительной информацией, что позволяет принять обоснованное управленческое решение: проводить ли защитные мероприятия, каким препаратом и в каком объёме. Такой подход обеспечивает сочетание высокой скорости обработки больших массивов данных с профессиональной оценкой и минимизацией ошибок, связанных с неопределённостью внешней среды.

При оценке экономической эффективности внедрения гибридных систем поддержки принятия решений в сельскохозяйственных организациях и хозяйствах следует выделить два основных прямых эффекта. Первый связан с ростом урожайности и, как следствие, увеличением выручки от реализации продукции. Второй эффект заключается в сокращении прямых материальных затрат. Использование гибридных алгоритмов обеспечивает более рациональное расходование ресурсов — семян, удобрений, средств защиты растений, топлива и других материальных компонентов производства.

Расчёт проектной эффективности проводился для четырёх экономических агентов с основным видом деятельности — выращивание ячменя, расположенных в различных зонах Краснодарского края. Такой подход позволяет учесть территориальную дифференциацию природно-климатических и организационно-экономических условий, а также выявить различия в отклике хозяйств на внедрение цифровых технологий. Исходные данные для расчёта эффективности представлены в таблице 2.

Как показывают расчёты (табл. 3), внедрение гибридного алгоритма обеспечивает положительный экономический результат по всем рассмотренным организациям. Урожайность

Таблица 2. Исходные данные для оценки экономической эффективности применения гибридного алгоритма принятия решений в производстве ячменя в 2023 году
Table 2. Input data for assessing the economic efficiency of applying the hybrid decision-making algorithm in barley production in 2023

Показатель	Организация № 1	Организация № 2	Организация № 3	Организация № 4
Посевная площадь ячменя, га	505,5	265,0	550,7	364,0
Валовой сбор, ц	33 207	15 846	32 715	14 804
Урожайность, ц/га	65,7	59,8	59,4	64,3
Производственная себестоимость, тыс. руб.	18 175	11 178	41 122	9 356
Производственная себестоимость 1 ц, руб.	547,3	705,41	1 256,98	632,41
Реализовано продукции, ц	67 163	7 365	21 344	7 586
Полная себестоимость продаж, тыс. руб.	31 819	4 025	20 278	4 913
Себестоимость продаж 1 ц, руб.	473,36	546,50	950,06	647,66
Выручка от продаж, тыс. руб.	76 373	6 919	22 392	12 139
Прибыль от продаж, тыс. руб.	44 554	2 894	2 114	7 226
Цена реализации 1 ц, руб.	1 137,13	939,44	1 049,10	1 036,37
Прибыль от реализации 1 ц, руб.	663,37	392,94	99,04	388,71
Валовая рентабельность, %	140,0	71,9	10,4	60,0

Таблица 3. Расчёт экономической эффективности внедрения цифровых технологий при производстве ячменя (в числителе — до внедрения гибридного алгоритма, в знаменателе — после внедрения)
Table 3. Calculation of the economic efficiency of implementing digital technologies in barley production (numerator — before the implementation of the hybrid algorithm, denominator — after the implementation)

Показатель	Организация № 1	Организация № 2	Организация № 3	Организация № 4
Урожайность, ц/га	65,7 / 67,0	59,8 / 61,0	59,4 / 60,6	64,3 / 65,6
Валовой сбор, ц	33 207 / 33 871	15 846 / 16 163	32 715 / 33 369	14 804 / 15 100
Производственная себестоимость, тыс. руб.	18 175 / 17 618	11 178 / 10 843	41 122 / 39 888	9 356 / 9 075
в т.ч. затраты на цифровизацию, тыс. руб.	— / 600	— / 300	— / 900	— / 400
Производственная себестоимость 1 ц, руб.	547,3 / 537,0	705,4 / 671,0	1 256,98 / 1 195,0	632,4 / 615,0
Реализовано, ц	67 163 / 68 506	7 365 / 7 512	21 344 / 21 771	7 586 / 7 738
Полная себестоимость продаж, тыс. руб.	31 819 / 30 866	4 025 / 3 904	20 278 / 19 670	4 913 / 4 699
Выручка от продаж, тыс. руб.	76 373 / 78 050	6 919 / 7 061	22 392 / 22 847	12 139 / 12 470
Прибыль от продаж, тыс. руб.	44 554 / 47 184	2 894 / 3 157	2 114 / 3 177	7 226 / 7 771
в т.ч. эффект от цифровизации, тыс. руб.	2 630	263	1 063	545
Полная себестоимость 1 ц, руб.	473,4 / 450,5	546,5 / 519,7	950,1 / 903,4	647,7 / 607,1
Цена реализации 1 ц, руб.	1 137,1	939,4	1 049,1	1 036,4
Прибыль 1 ц, руб.	663,4 / 686,6	392,9 / 419,7	99,0 / 145,7	388,7 / 429,3
Валовая рентабельность, %	140,0 / 152,4	71,9 / 80,7	10,4 / 16,1	60,0 / 70,7
в т.ч. за счёт внедрения цифровых технологий, п.п.	+12,4	+8,8	+5,7	+10,7

ячменя после использования гибридного алгоритма на основе ИИ увеличилась на 1,2-1,3 ц/га, что обусловлено более точным управлением посевами и рациональным использованием ресурсов. Одновременно происходит снижение производственной себестоимости на 2-5%, даже с учётом дополнительных расходов на внедрение цифровых решений.

Совокупный экономический эффект выражается в росте прибыли от продаж — от 263 тыс. руб. до 2 630 тыс. руб. в зависимости от масштаба хозяйства. Дополнительно отмечается увеличение прибыльности единицы продукции: прибыль от реализации 1 ц ячменя возрастает на 23-46 руб., а валовая рентабельность — на 5,7-12,4 п.п.

Результаты проведённого анализа показывают, что внедрение гибридного алгоритма управления в сельскохозяйственных организациях оказывает положительное влияние на экономические показатели независимо от зональных особенностей. Сочетание ИИ в совокупности

с экспертными оценками приводит к снижению себестоимости продукции и росту рентабельности, а также обеспечивает долгосрочные преимущества за счёт более рационального и эффективного использования ресурсов.

Заключение

В статье разработан гибридный алгоритм принятия управленческих решений в сельскохозяйственных организациях, интегрирующий человеческий опыт с аналитическими и прогнозными возможностями систем искусственного интеллекта. Такой подход позволяет объединить сильные стороны обеих систем: интуитивную гибкость и способность человека учитывать контекст производственной ситуации — с вычислительной мощностью и объективностью алгоритмов машинного обучения. В практическом выражении это проявляется в том, что ИИ-модель обеспечивает обработку больших массивов данных, выявление закономерностей и прогнозирование сценариев, тогда как эксперт-агроном или менеджер оценивает адекватность



предложенных системой решений с точки зрения агротехнологических ограничений, ресурсной обеспеченности и производственного опыта.

Результаты проектного расчёта, выполненного для зерносеющих сельскохозяйственных организаций (на примере ячменя), расположенных в различных зонах Краснодарского края, подтвердили универсальность положительного эффекта, независимо от зональных особенностей и природно-климатических условий. Внедрение гибридных систем поддержки принятия решений позволило увеличить урожайность ячменя на 1,2-1,3 ц/га, снизить производственную себестоимость на 2-5%, увеличить прибыль на единицу продукции на 23-46 руб., а валовую рентабельность — на 5,7-12,4 процентных пункта.

Список источников

1. Стельмашонок Е.В., Стельмашонок В.Л. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса: анализ перспектив // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. № 13(2). С. 336-365.
2. Soussi, A., Zero, E., Sacile, R., Trincherо, D., Fossa, M. Smart Sensors and Smart Data for Precision Agriculture: A Review. *Sensors*. 2024. No. 24(8). doi: <http://doi.org/10.3390/s24082647>.
3. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). The digitalisation of agriculture. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*, No. 176, 2022. DOI: 10.1787/285cc27d-en.
4. Ильина Л.А., Павлов А.А. Иерархия условий развития цифрового сельского хозяйства // *Вестник ЧелГУ*. 2025. № 3 (497). С. 132-144.
5. Еремченко О.А. Утечка мозгов из агросектора: влияние кадрового дефицита на инновационное развитие сельской экономики // *Экономика науки*. 2025. № 3. С. 83-96.
6. Осовин М.Н. Внедрение технологий искусственного интеллекта на предприятиях агропродовольственного комплекса России: проблемы и направления их решения // *Продовольственная политика и безопасность*. 2024. № 3. С. 553-568.
7. Николаев О.В., Литвина Н.И. Искусственный интеллект как инструмент технологического и кадрового развития АПК // *Вестник Академии знаний*. 2025. № 1 (66). С. 380-383.
8. Nuthall P.L. A review of the intuition literature relative to a recent quantitative study of the determinants of farmers' intuition // *International Journal of Agricultural Management*. 2019. vol. 8, no. 1.
9. Duden C., Müller B., & Schmidt P. The Role of Selected Heuristics in Farmers' Risk Management. *Agricultural Economics*. 2023. vol. 54, no. 3, pp. 512-528. DOI: 10.1111/agec.12763.

Economics. 2023. vol. 54, no. 3, pp. 512-528. DOI: <http://doi.org/10.1111/agec.12763>.

10. Simon, H. *The New Science of Management Decision*. Englewood Cliffs, 1977, NJ: Prentice Hall, 175 p.

11. Wu C., Barnes D. A literature review of decision-making models & approaches for partner selection in agile supply chains. *Journal of Purchasing and Supply Management*. 2011. vol. 17, no. 4. pp. 256-263. DOI: 10.1016/j.pur-sup.2011.09.002.

12. Taherdoost H., Madanchian M. Decision Making: Models, Processes, Techniques // *Cloud Computing and Data Science*. 2023. № 5(1). DOI: 10.37256/ccds.5120233284.

13. Репко Н.В. Селекция озимого ячменя на продуктивность и зимостойкость. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет. 2009. 146 с.

14. Ариничев И.В., Сидоров В.А., Ариничева И.В. Бизнес-процессы зернового производства: перспективы развития интеллектуальных систем поддержки принятия решений // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2024. Т. 17, № 4(83). С. 207-220. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_4_207-220.

15. Ариничева И.В., Волкова Г.В., Яхник Я.В., Ариничев И.В. Компьютерное зрение для наблюдения и учета *Pyrenophora teres* озимого ячменя // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2024. Т. 26. № 2. С. 72-79. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-2-72-79.

16. Ариничева И.В., Ариничев И.В., Репко Н.В. Автоматизированная диагностика грибных болезней ячменя // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2023. № 106. С. 81-85. DOI: 10.21515/1999-1703-106-81-85.

References

1. Stel'mashonok E.V. & Stel'mashonok V.L. (2021) Tsifrovaya transformatsiya agroprmyslennogo kompleksa: analiz perspektiv [Digital Transformation of the Agro-Industrial Complex: An Analysis of the Prospects]. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, vol. 13, no. 2, pp. 336-365.
2. Soussi, A., Zero, E., Sacile, R., Trincherо, D., & Fossa, M. (2024). Smart Sensors and Smart Data for Precision Agriculture: A Review. *Sensors*, 24(8), 2647. DOI: <https://doi.org/10.3390/s24082647>.
3. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). The digitalisation of agriculture. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*, No. 176, 2022. DOI: 10.1787/285cc27d-en.
4. Il'ina L.A., Pavlov A.A. (2023). Ierarkhiya uslovii razvitiya tsifrovogo sel'skogo khozyaistva [Conditions for the development of digital agriculture]. *Bulletin of the South Ural State University*, vol.3, no. 497, pp. 132-144.
5. Eremchenko O.A. *Utechka mozgov iz agrosektora: vliyaniye kadrovogo defitsita na innovatsionnoye razvitiye sel'skoi ehkonomiki* [Brain drains from the agricultural sector: the impact of personnel shortages on innovative development of the rural economy]. *Economics of Science*, no. 11(3), pp. 83-96.

6. Osovin M.N. (2024). *Vnedrenie tekhnologiy iskusstvennogo intellekta na predpriyatiyakh agropridovolstvennogo kompleksa Rossii: problemy i napravleniya ikh resheniya* [Introduction of artificial intelligence in Russian agri-food companies: problems and solution]. *Prudovolstvennaya politika i bezopasnost*, vol. 11, no. 3, pp. 553-568. DOI: 10.18334/ppib.11.3.121322.

7. Nikolaev O.V. & Litvina N.I. (2025). *Iskusstvennyy intellekt kak instrument tekhnologicheskogo i kadrovogo razvitiya APK* [Artificial Intelligence as a Tool for Technological and Personnel Development of the Agro-Industrial Complex]. *Vestnik Akademii Znaniy*, no. 1 (66), pp. 380-383.

8. Nuthall, P.L. (2019). A review of the intuition literature relative to a recent quantitative study of the determinants of farmers' intuition. *International Journal of Agricultural Management*, vol. 8, no. 1.

9. Duden C., Müller B., & Schmidt P. (2023). The Role of Selected Heuristics in Farmers' Risk Management. *Agricultural Economics*, vol. 54, no. 3, pp. 512-528. DOI: 10.1111/agec.12763.

10. Simon, H. (1977). *The New Science of Management Decision*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 175 p.

11. Wu C. & Barnes D. (2011) A literature review of decision-making models & approaches for partner selection in agile supply chains. *Journal of Purchasing and Supply Management*, vol. 17, no. 4, pp. 256-263. DOI: 10.1016/j.pur-sup.2011.09.002.

12. Taherdoost H. & Madanchian M. (2023). Decision Making: Models, Processes, Techniques. *Cloud Computing and Data Science*, vol. 5, no. 1. DOI: 10.37256/ccds.5120233284.

13. Repko N.V. (2009). *Seleksiya ozimogo yachmenya na produktivnost' i zimostoikost'*. *Krasnodar* [Breeding winter barley for productivity and winter hardiness], *Krasnodar, Kuban state agrarian university*, 146 p.

14. Arinichev I.V., Sidorov V.A., Arinicheva I.V. (2024). *Biznes-protsessy zernovogo proizvodstva: perspektivy razvitiya intellektual'nykh sistem podderzhki priinyatiya reshenii* [Business processes of grain production: prospects of the development of intelligent decision support systems]. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*, no. 17 (4), pp. 207-220. DOI: https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_4_207-220.

15. Arinicheva I.V., Volkova G.V., Yakhnik Ya.V., Arinichev I.V. (2024). *Kompyuternoe zrenie dlya nablyudeniya i ucheta Pyrenophora teres ozimogo yachmenya* [Computer vision for monitoring and accounting *Pyrenophora teres* of winter barley]. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*, vol. 26, no. 2, pp. 72-79. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-2-72-79.

16. Arinicheva I.V., Arinichev I.V., Repko N.V. (2022). *Avtomatizirovannaya diagnostika grybnykh bolezney yachmenya* [Automated diagnostics of barley fungal diseases]. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*, no. 106, pp. 81-85. DOI: 10.21515/1999-1703-106-81-85.

Информация об авторах:

- Ткаченко Валентина Григорьевна**, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической теории и экономической безопасности, Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-3496-3300>, tkachenko.valentina@internet.ru
- Линник Василий Семенович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой кормления и разведения животных, Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3368-1677>, Linkk7@rambler.ru
- Чеботарева Елена Николаевна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и экономической безопасности, Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-6364-9708>, chebotarova75@mail.ru
- Григулецкий Владимир Георгиевич**, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики, Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина; gvg-tnc@mail.ru
- Коваленко Наталья Валерьевна**, доктор экономических наук, профессор заведующий кафедрой экономики и управления, Донбасский государственный технический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0417-912X>, sonatak96@gmail.com

Information about the authors:

- Valentina G. Tkachenko**, doctor of economic sciences, professor, head of the department of economic theory and economic security, Luhansk Voroshilov State Agricultural University, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-3496-3300>, tkachenko.valentina@internet.ru
- Vasily S. Linnik**, doctor of agricultural sciences, professor, head of the department of animal nutrition and breeding, Luhansk Voroshilov State Agricultural University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3368-1677>, Linkk7@rambler.ru
- Elena N. Chebotareva**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of economic theory and economic security, Luhansk Voroshilov State Agricultural University, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-6364-9708>, chebotarova75@mail.ru
- Vladimir G. Griguletsky**, doctor of economic sciences, professor, head of the department of higher mathematics, I.T. Trubilin Kuban State Agricultural University, gvg-tnc@mail.ru
- Natalia V. Kovalenko**, doctor of economic sciences, professor, head of the department of economics and management, Donbass State Technical University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0417-912X>, sonatak96@gmail.com

