

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 338.436.33:63+339.175.2:004

ББК 65.32-82с5

X 98

DOI: 10.53598/2410-3683-2023-4-330-103-109

МАРКЕТИНГОВЫЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ НА РЕГИОНАЛЬНЫХ РЫНКАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

(Рецензирована)

Вероника Васильевна ХУБУЛОВА

Филиал Ставропольского государственного педагогического института, г. Ессентуки, Россия
e-mail: wave71@yandex.ru

Николай Николаевич КОСИВЦОВ

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
e-mail: nik-kosivcov@gmail.ru

Аннотация. В статье дана авторская маркетинговая интерпретация процессов внедрения и реализации цифровых двойников в качестве технологии управления фермой, что позволяет отделить физические потоки от планирования и контроля как составных частей маркетинговых стратегий. Как следствие, обосновано, что фермеры могут управлять операциями удаленно на основе цифровой информации в реальном времени вместо того, чтобы полагаться на прямое наблюдение и ручные операции на месте. В данном контексте возникает возможность оперативно реагировать на отклонения и моделировать эффекты вмешательств на основе реальных данных. В статье проведен маркетинговый анализ, влияния на общую стратегию цифровизации сельского хозяйства внедрения цифровых двойников в фермерские хозяйства, а также обоснована и рассмотрена концептуальная модель управления на основе цифровых двойников. Статья может быть полезна при проведении последующих прикладных исследований в агромаркетинге и отраслевой экономике.

Ключевые слова: агромаркетинг, агропромышленный комплекс, «умное» сельское хозяйство, цифровая трансформация, цифровые двойники, маркетинговые аспекты, сельскохозяйственная продукция.

Для цитирования: Хубулова В. В., Косивцов Н. Н. Маркетинговые аспекты внедрения технологии цифровых двойников на региональных рынках сельскохозяйственной продукции // Вестник Адыгейского государственного университета, серия «Экономика». 2023. Вып. 4 (330). С. 103-109. DOI: 10.53598/2410-3683-2023-4-330-103-109.

ORIGINAL RESEARCH PAPER

MARKETING ASPECTS OF THE INTRODUCTION OF DIGITAL TWINS TECHNOLOGY IN THE REGIONAL AGRICULTURAL PRODUCTS MARKETS

Veronika V. KHUBULOVA

Branch of the Stavropol State Pedagogical Institute, Essentuki, Russia
e-mail: wave71@yandex.ru

Nikolay N. KOSIVTSOV

Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia.
e-mail: nik-kosivcov@gmail.ru

Abstract. Marketing interpretation of the processes of the introduction and the implementation of digital twins as a farm management technology has been presented. It separates physical flows from planning and to control as components of marketing strategies. As a result, farmers can control operations

on-line based on digital information instead of relying on direct observation and manual operations on site. In this context, it is possible to respond quickly to deviations and model the effects of interventions based on real data. Marketing analysis of the digital twins' impact on farms and the strategy of digitalization of agriculture has been carried out. Also, conceptual management model based on digital twins has been justified. The material can be used in further research in industrial economics and agricultural marketing.

Keywords: agromarketing, agro-industrial complex, smart agriculture, digital transformation, digital twins, marketing aspects, agricultural products.

For citation: Khubulova V. V., Kosivtsov N. N. Marketing aspects of the introduction of digital twins technology in the regional agricultural products markets // Bulletin of the Adyghe State University, series "Economics". 2023. No. 4 (330). P. 103-109 (in Russian). DOI: 10.53598/2410-3683-2023-4-330-103-109.

Введение. Развитие сельского хозяйства в современных реалиях интеграции невозможно без постоянно обновляющейся информационных потоках о сельскохозяйственных процессах [1]. Для решения данной проблематики фермеры внедряют свою деятельность цифровые решения, такие как датчики и устройства мониторинга, продвинутая аналитика и интеллектуальное оборудование. Сельскохозяйственное производство быстро меняет курс в направлении интеллектуальных систем ведения сельского хозяйства, что обусловлено быстрыми темпами развития технологий: облачные вычисления, Интернет вещей, большие данные, машинное обучение, дополненная реальность и робототехника [5]. Сельское хозяйство, основанное на цифровых технологиях, следует рассматривать как следующий этап развития, в котором задачи управления основаны не только на точных данных о местоположении, но и на контекстных данных, осведомленности состоянии физических объектов.

Для ведения сельского хозяйства больше не потребуется физическая близость, что обеспечивает удаленное и автоматизированное выполнение, мониторинг, контроль и координацию операций на ферме. Это позволяет отделить физические потоки от информационных аспектов процессов фермы. Использование цифровых двойников в качестве центрального средства управления фермой позволяет отделить физические потоки от ее планирования и контроля. Цифровой двойник устраняет фундаментальные ограничения, касающиеся места, времени и наблюдения человека. Таким образом, цифровые двойники не только представляют фактические состояния, но также могут анализировать исторические состояния и моделировать будущее поведение. Данные обстоятельства требуют своей интерпретации с позиций интегральной маркетинговой составляющей.

Результаты и обсуждение. Важнейшим маркетинговым аспектом цифрового двойника является то, что он может добавлять данные с помощью расширенной аналитики. Принципы, лежащие в основе концепции цифрового двойника, берут начало в области управления жизненным циклом продукта. С этой точки зрения существует необходимость интегрировать всю информацию, связанную с продуктом, в комплексную систему управления продуктом, доступ к которой может получить любой пользователь на любом этапе жизненного цикла продукта, например, для получения информации о производительности на протяжении всего срока службы, оптимизации дизайна и совершенствования производственной системы. Было предложено использовать цифровой аналог каждого физического продукта в качестве центрального средства управления данными о продукте на протяжении жизненного цикла продукта.

Цифровой двойник — это динамическое представление реального объекта, которое отражает его состояние и поведение на протяжении всего жизненного цикла и может использоваться для мониторинга, анализа и моделирования текущих и будущих состояний и вмешательств в эти объекты. как основ маркетинговой деятельности [3]. Они находятся в режиме реального времени и удаленно подключены к реальным объектам и обеспечивают богатое представление этих объектов и их контекста. Такие цифровые двойники выходят за рамки статических конструкций,

таких как модели автоматизированного проектирования (САПР), но включают динамическое поведение.

Цифровой двойник может быть создан уже на этапе проектирования жизненного цикла объекта, расширяя творческую фазу изобретения новых продуктов и превращая их в детальную модель продукта. На этом этапе цифровой двойник позволяет на ранней стадии эффективно оценивать последствия проектных решений для качества и функциональности продуктов, уменьшая необходимость в разработке дорогостоящих физических прототипов. После этапа проектирования наступает физический этап, на котором появляется цифровой двойник. Физический объект создается на основе разработанного Цифрового двойника, который обновляется в случае каких-либо отклонений. Во время эксплуатации текущее и историческое состояние физического продукта отслеживается с помощью датчиков и устройств. Более того, цифровые двойники можно использовать для дистанционного управления объектом с помощью исполнительных механизмов [7]. Наконец, имеет место фаза утилизации, на которой физический объект утилизируется, но концептуальный объект может оставаться в течение некоторого периода, например, для отслеживания, соответствия и обучения.

Ключевой технологией для реализации цифровых двойников является Интернет вещей. Одной из основных концепций Интернета вещей является взаимодействие между цифровыми и виртуальными, реальными и физическими объектами [7]. В рамках цифровой реальности физические объекты приобретают аналоги, что предполагает приобретение ими контекстно-зависимых характеристик, в виду чего они могут взаимодействовать с себе подобными аналогами, обмениваться информацией знаниями, данными, чувствовать, общаться, действовать и т.д. Эти аналоги на протяжении всего жизненного цикл могут быть связаны с физическим объектом и синхронизироваться с ним. Связь таких физических аналогов происходит по средствам сети Интернет, который действует как инфраструктура хранения и содержит виртуальное представление вещей. В данном контексте, цифровые двойники служат информационными центрами об объектах, объединенных и непрерывно обновляющихся данных из широкого спектра источников информации (рис. 1).

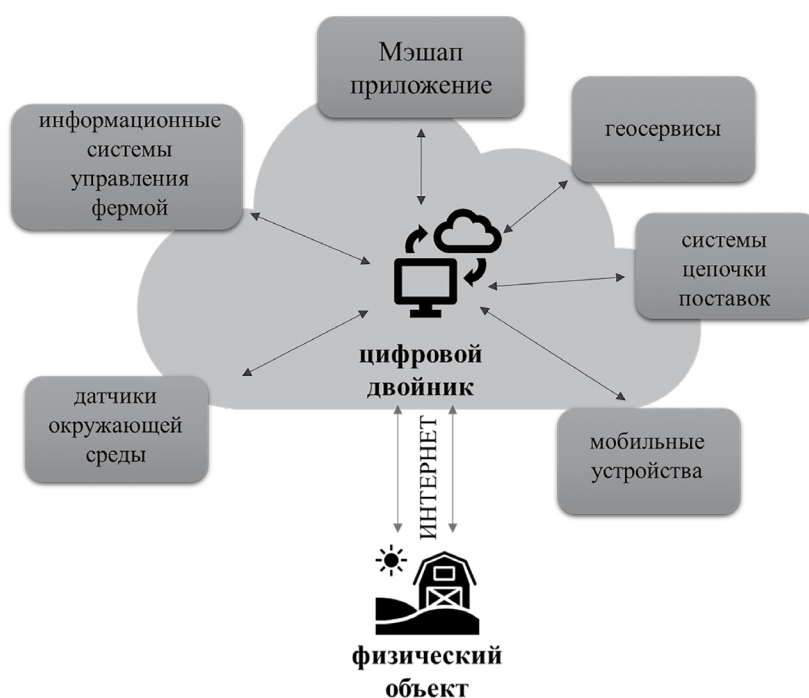


Рис. 1 — Экосистема цифрового двойника (составлено авторами)

К основным характеристикам цифровых двойников следует отнести следующие:

1) Своевременность: цифровой двойник отображает своего физического двойника в реальном времени, что предполагает синхронизацию данных о состоянии физического объекта с его цифровым двойником.

2) Интеграция: Цифровой двойник объединяет данные из различных аспектов физического объекта и обеспечивает конвергенцию в установленном едином формате.

3) Интеллект: Цифровые двойники не только отображают данные объектов, но также включают алгоритмы, которые описывают, анализируют или прогнозируют поведение их физических объектов (ферм).

4) Системность: Цифровые двойники могут отражать различные типы физических объектов, включая продукты, компоненты, живые и неживые ресурсы, компоненты и процессы. Более того, цифровые близнецы могут рассматривать множество взаимозависимых объектов, а также подсистем на разных уровнях детализации.

Базовой концепцией в системной динамике цифровых двойников является управление, которая предполагает, что система будет функционировать вне зависимости от технических барьеров. Основная функция управления заключается во встроенном контроллере, который позволяет измерять поведение системы и корректировать его при несоответствии измерения целям системы. Если выполнение ее операций остается в устойчивом состоянии, процессы фермы находятся в рабочем состоянии. Следовательно, деятельность этих процессов должна включать функции кибернетического контроля, необходимые для демонстрации «кибернетической достоверности». В данном контексте, цифровые двойники должны иметь контур обратной связи, где присутствуют норма, датчик, дискриминатор, лицо, принимающее решения и эффектор (рис. 2).

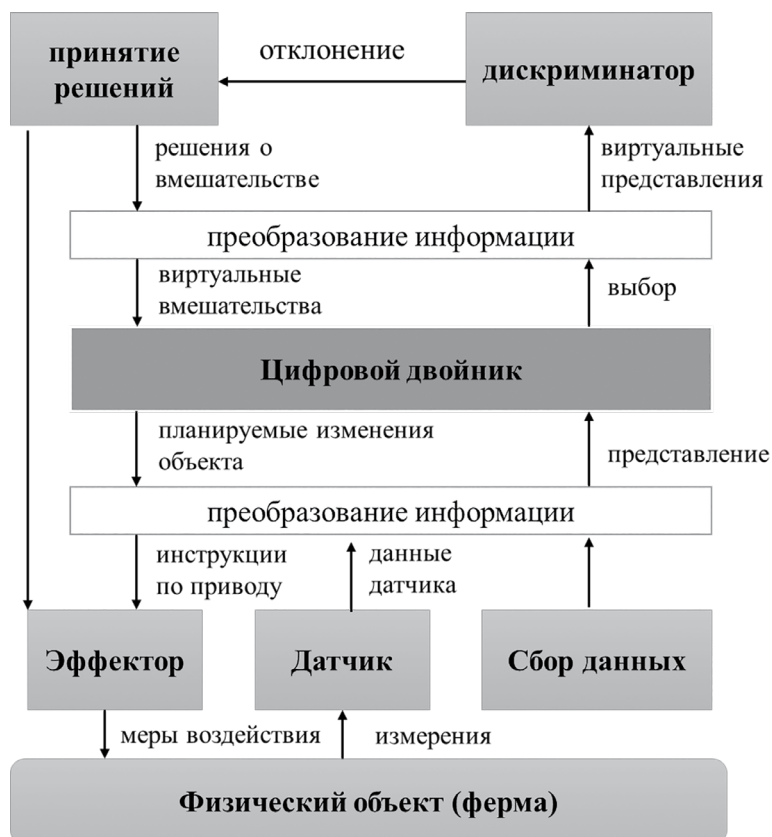


Рис. 2 — Концептуальная модель управления на основе цифровых двойников
(составлено авторами)

Объективная система позволяет выполнять операции, преобразующие входные данные в определенный результат. В данном контексте образуется бизнес-модель вовлеченных субъектов в сельскохозяйственных системах, который превращает входной материал в конечную продукцию и доставляет его до потребителя. Как следствие цепочка действий порождает ряд функций: функция датчика, позволяющую измерять фактическую производительность системы объекта, функция дискриминатора соотносит уровень производительности с нормированием, которые позволяют выстраивать необходимые параметры производительности (допустим количества, качества и сроков исполнения заказов), и сигнализирует об отклонениях при принятии решений. Функция принятия решений позволяет выбрать вид соответствующего вмешательства для устранения возникающих неполадок и для коррекции производительности объектной системы.

Цифровые двойники позволяют фермерам отделять физические потоки от информационных аспектов фермерских операций. Разделение управления означает, что измерения состояния объектной системы преобразуются в цифровой двойник, цикл управления начинается с измерения состояния объектной системы с помощью функции датчика и получения соответствующих внешних данных.

Цифровой двойник включает в себя всю информацию, которые соответствуют целям контроля и анализа, так называемым поддерживаемым для использования целям. Затем происходит фильтрация информации и преобразование ее в оптимально обработанную и конкретизированную, направленную на определенного пользователя, в основу данного преобразования лежит метамодель. Функция принятия решений позволяет выбрать соответствующие меры устранения отклонений на основе вариативности принятия решений [7]. Наконец, выбранное вмешательство сообщается с функцией эффектора либо напрямую, либо через цифрового двойника с использованием систем дистанционного привода.

В отечественной практике в рамках цифровой трансформации разрабатываются и реализуются подходы в направлении цифровых двойников. Так, в 2021 году в российской практике были утверждены стандарты в области цифровых двойников. 1 января 2022 года был утвержден ГОСТ Р 57700.37—2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения», Стандарт является первым в серии национальных и отраслевых нормативных технических документов, определяющий порядок разработки цифровых двойников, типовые требования к структуре и порядку их сопровождения при эксплуатации, порядок учета и др.

Касаемо цифровых двойников, в рамках цифровизации агропромышленного комплекса страны в 2021 было выделено 50 млрд. рублей на внедрение технологий цифровых двойников, искусственного интеллекта и дронов в сельское хозяйство.

Выводы. Внедрение цифровых двойников в управление фермерскими хозяйствами в России является сложной задачей по следующим причинам:

1. Прежде всего, динамичная производственная система в сельском хозяйстве предъявляет требования, которые выходят за рамки многих других секторов в отношении возможностей цифровых двойников отражать динамическое поведение. В такой динамичной среде действительно сложно получить беспрепятственный доступ к данным объектов, обеспечивая при этом целостность данных и соблюдение прав на использование в безопасном режиме работы. Кроме того, синхронизация в реальном времени может быть затруднена в сельских районах на периферии, которые часто имеют ограниченный охват и пропускную способность [2, 4].

2. Объекты сельского хозяйства состоят из большого разнообразия взаимосвязанных элементов. К основным следует отнести затраты на семена, корма,

удобрения или пестициды; производительность, включая объекты в производстве (например, выращивание сельскохозяйственных культур или животных) и ресурсы, включая поля, конюшни, технику и персонал; сельскохозяйственная продукция, включая собранный (много) урожай, животных, готовых к забою, и т.д. Цифровые двойники с высоким уровнем детализации, например, до отдельных растений или животных, добавляют больше ценности, но их также сложнее реализовать, что приводит к более высоким затратам. В случае детализации ключевой задачей является управление взаимозависимостями между двойниками на разных уровнях детализации.

3. Фермы являются частью динамичной сети и обмениваются данными со многими заинтересованными сторонами, включая клиентов, поставщиков сырья, фермерские кооперативы, консультантов, подрядчиков и организации по сертификации и инспекции. Это означает, что должны существовать совместимые решения для обеспечения внешнего доступа к конкретным представлениям о цифровых двойниках безопасным и надежным способом. И наоборот, внешние заинтересованные стороны могут обогатить цифровые двойники фермы множеством (сторонних) архивов, таких как исторические и прогнозируемые метеорологические данные, спутниковые данные, анализы почвы, воды и воздуха и т.д. Должны быть созданы надлежащие механизмы для динамической интеграции этих данных в цифровые двойники фермы.

4. В современных рамках развития фермерам приходится сталкиваться с критическими требованиями потребителей и общества в отношении продовольственной безопасности, безопасности пищевых продуктов и устойчивости. Как следствие, деятельность в сельском хозяйстве должна быть не только очень эффективными, но и соответствовать высоким стандартам качества и экологичности, а также адаптироваться к меняющимся рыночным условиям. В данном контексте фермерам постоянно приходится пересматривать производственные стратегии и график запланированной деятельности на основе своевременного мониторинга хозяйственных операций для достижения своих целей [6]. Цифровые двойники могут значительно расширить необходимые возможности управления, позволяя отделить физические и информационные аспекты управления.

5. Цифровые двойники необходимо рассматривать как новый этап в развитии в «умного» сельского хозяйства, который основывается на существующих технологиях точного земледелия, Интернета вещей и моделирования. На сегодняшний день в сельскохозяйственной области существует обширный пласт разработок для осуществления цифровой трансформации, однако большинство из этих разработок по-прежнему основываются на простых решениях, которые не могут передавать информацию о состоянии объекта в реальном времени. Необходимо разработка и внедрение таких систем, которые бы дали возможность прогнозировать и принимать решения на протяжении всего жизненного цикла объекта в реальном режиме времени.

Примечания:

1. *Slepakov S.S., Novoselova N.N., Khubulova V.V.* Revival and renewal of political economy // The Future of the Global Financial System: Downfall or Harmony. Lecture Notes in Networks and Systems. Switzerland, 2019. P. 443-450.

2. *Казаков М.Ю., Митрофанова И.В.* Разработка стратегии пространственного развития аграрно-индустриального региона: модернизация подходов // Региональная экономика. Юг России. 2020. Т. 8, № 1. С. 88-100.

3. *Курдюмов А.В., Королев А.В.* Внедрение цифровых технологий в сельском хозяйстве // Московский экономический журнал. 2020. № 12. С. 37.

4. *Растворцева С.Н., Манаева И.В.* Тенденции и факторы современного развития малых и средних городов // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2022. Т. 15, № 1. С. 110-127.

5. Родионцев Н.Н. Теория инновационного развития как основная парадигма цифровизации экономики // Московский экономический журнал. 2019. № 10. С. 61.
6. Текеев М.А.Э., Алиев Д.Р. Стимулирование инвестиционной деятельности в агропромышленном комплексе // Московский экономический журнал. 2020. № 12. С. 38.
7. Хубулова В.В., Белкина Е.Н. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса: инфраструктура данных // Московский экономический журнал. 2021. № 9. С. 11.
8. Перспективы развития предприятий на основе цифровой трансформации: пятая эра проектного управления / В.В. Хубулова [и др.] // Вестник Института дружбы народов Кавказа (Теория экономики и управления народным хозяйством). Экономические науки. 2020. № 4 (56). С. 17.

References:

1. Slepakov S.S., Novoselova N.N., Khubulova V.V. Revival and renewal of political economy // The Future of the Global Financial System: Downfall or Harmony. Lecture Notes in Networks and Systems. Switzerland, 2019. pp. 443-450.
2. Kazakov M.Yu., Mitrofanova I.V. Development of the agrarian-industrial region's spatial development strategy: methods' modernization // Regional Economics. The South of Russia. 2020. T. 8, No. 1. P. 88-100.
3. Kurdyumov A.V., Korolev A.V. Digital technologies introduction in agriculture // Moscow Economic Journal. 2020. No. 12. P. 37.
4. Rastvortseva S.N., Manaeva I.V. Trends and factors of modern of small and medium-sized cities development // Economic and social changes: facts, trends, forecast. 2022. T. 15, No. 1. P. 110-127.
5. Rodiontsev N.N. The theory of innovative development as the main paradigm of the economy's digitalization // Moscow Economic Journal. 2019. No. 10. P. 61.
6. Tekeev M.A.E., Aliev D.R. Stimulating investment activity in the agro-industrial complex // Moscow Economic Journal. 2020. No. 12. P. 38.
7. Khubulova V.V., Belkina E.N. Digital transformation of the agro-industrial complex: data infrastructure // Moscow Economic Journal. 2021. No. 9. P. 11.
8. Prospects for the development of enterprises based on digital transformation: the fifth era of project management / V.V. Khubulova [and others] // Bulletin of the Institute for Friendship of Peoples of the Caucasus (Theory of Economics and National Economy Management). Economic Sciences. 2020. No. 4 (56). P. 17.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Статья поступила в редакцию 17.11.2023; одобрена после рецензирования 24.11.2023; принята к публикации 01.12.2023.

The authors declare no conflicts of interests.
The paper was submitted 17.11.2023; approved after reviewing 24.11.2023; accepted for publication 01.12.2023.

© В. В. Хубулова, Н. Н. Косивцов, 2023