

**SELECTION OF SOFTWARE PRODUCTS FOR THE
DEVELOPMENT OF THE INVESTMENT PROJECT IN THE
CONDITIONS OF DIGITALIZATION**

The article is devoted to topical issues in the context of the digitalization of the economy on the choice of investment design software products. The development of a new instrumental base in this area of the economy will bring business to a higher level of development. The scientific novelty in this work is the study of the possibility of choosing investment design products in programs in the context of digitalization of the economy. The article describes the methodology for constructing and choosing a model for designing the investment process.

Keywords: investments, software products, evaluation, funding sources, design

УДК 658.7:004

О. Н. Жучкевич

Учреждение образования

«Витебский государственный технологический университет»

Витебск, Республика Беларусь

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ЛОГИСТИКЕ

Статья посвящена особенностям использования цифровых двойников в логистике. Рассмотрены виды цифровых двойников и тенденции мирового рынка. Приведены примеры цифровых разработок в Республике Беларусь.

Ключевые слова: цифровой двойник, логистика, модель.

Цифровой двойник – это цифровая копия реального продукта или

системы, которая предназначена для моделирования, прогнозирования и эффективного управления различными процессами и объектами.

Технология цифровых двойников (digital twin) активно применяется во многих сферах экономики благодаря развитию таких технологий, как интернет вещей (IoT), анализ больших данных, распределенные облачные вычисления, открытые API, искусственный интеллект и виртуальная реальность. Объем мирового рынка цифровых двойников в 2022 году оценивался в 8,88 млрд. долларов. Согласно исследованиям компании Research And Markets, в долгосрочном периоде ежегодный темп прироста рынка составит порядка 50 %, и достигнет к 2030 году 184,5 млрд. долларов. [1]. Распределение цифровых разработок в разрезе отраслей свидетельствует о преобладании цифровых двойников в обрабатывающей промышленности (таблица 1).

Таблица 1

Размер мирового рынка цифровых двойников

в млрд. долл.

Отрасль	2020 г.	2025 г.
Производство	0,59	6,69
Автомобилестроение	0,49	5,06
Авиация	0,43	5,09
Энергетика	0,34	3,83
Здравоохранение	0,29	3,81
Логистика и розничная торговля	0,23	2,26
Прочие	0,28	2,83

Источник: составлено автором на основе [2].

В качестве лидеров рынка цифровых двойников выступают International Business Machines (IBM) Corporation, Microsoft Corporation, PTC Inc., SAS Institute Inc., Oracle Corporation, Siemens AG, Dassault Systemes, Robert Bosch GmbH и Swim.AI Inc. В то же время, как отмечено в исследовании Прохорова А. и Лысачева М., на сегодняшний день нет однозначного согласованного мнения о лидерах рынка [3, с.178]. Ранжирование компаний существенно отличается из-за использования различных критериев.

Рынок цифровых двойников классифицируется по технологиям, типу

использования, применению, отрасли и региону. В зависимости от типа различают цифровых двойников продукта, цифровых двойников процесса, системных цифровых двойников.

В сфере логистики распространение получили различные типы цифровых двойников. Так, системные двойники актуальны для управления цепочками поставок. Они представляют собой точную имитационную модель существующей цепи поставок, использующую оперативные данные и информацию о состоянии своего реального прототипа. Такой цифровой двойник позволяет изучить закономерности поведения цепи поставок и используется для решения следующих задач:

- изучение происходящих процессов;
- выявление узких мест;
- расширение цепи поставок;
- отслеживание рисков и тестирование устойчивости цепи к чрезвычайным ситуациям;
- планирование перевозок;
- оптимизация запасов;
- обоснование вариантов логистического сервиса;
- управление финансовыми потоками;
- оценка и оптимизация затрат и расходов на обслуживание клиента;
- прогнозирование результатов функционирования цепи поставок.

Цифровые двойники процесса используются для моделирования работы склада и оптимизации процесса грузопереработки, загрузки транспортных средств и управления процессом транспортировки, размещения грузов в портах и транспортных узлах, а также в сфере моделирования технологических процессов изготовления продукции и оказания услуг. Также получают распространение цифровые двойники, обеспечивающие оптимизацию работ по техническому обслуживанию оборудования и транспортных средств, проектированию и внедрению программного обеспечения.

Что касается цифровых двойников продукта, то в логистике они предполагают создание копий объектов с целью оптимизации конкретных

параметров и повышения эффективности их использования. Сфера использования таких моделей обширна. Так, цифровые двойники применительно к упаковке могут имитировать формы упаковки, вид упаковочных материалов, а также их состав и свойства. Это позволяет анализировать состояние материала при различных температурах, ударных и вибрационных нагрузках, моделировать варианты пакетирования грузов, оценивать скорость и затраты на осуществления логистических операций на разных стадиях товародвижения. Также, актуальным является анализ степени экологичности упаковки и оптимизация способов ее утилизации или вторичного использования.

Цифровые двойники контейнеров необходимы для оптимизации их загрузки и наиболее эффективного использования в процессе товародвижения. Кроме того, цифровой двойник позволяет определять сроки использования контейнеров, их техническое состояние, необходимость ремонта или списания [4].

Цифровой двойник такого объекта, как склад, обеспечивает следующие преимущества:

- способствует выбору наиболее эффективной конструкции склада для достижения максимальной производительности.
- оптимизирует технологию грузопереработки при изменении состава и объемов материальных потоков в условиях неопределенного спроса, что позволяет повысить эффективность использования оборудования, сократить время складской обработки и улучшить качество работ;
- позволяет анализировать последствия различных инвестиционных решений, направленных на улучшение конструктивных особенностей складских объектов и техническое перевооружение;
- ускоряет процесс разработки и внедрения систем автоматизации складских комплексов на основе настройки программного обеспечения;
- способствует рациональной загрузке складского персонала, увеличению производительности труда и устранению их ошибок.

Цифровые двойники используются для разработки транспортных средств – как традиционных видов, так и автономных – с целью улучшения

их технических параметров и потребительских характеристик. Современные разработки связаны с проектированием морских и речных судов, железнодорожных составов, беспилотных автомобилей, подъемно-транспортной техники, механизмов и оборудования.

Цифровой двойник дорожной сети несет информацию о дорожной обстановке, планировке дорог и строительстве. Обладая этими знаниями, логистические компании могут проектировать схемы распределения товаров, маршруты транспортировки и места складирования запасов. Кроме того, цифровыми становятся модели океанов, сети железнодорожных и автомобильных магистралей, населенные пункты.

С помощью цифровых двойников промышленные предприятия разрабатывают различные варианты готовых изделий, чтобы предлагать своим клиентам персонализированные продукты и услуги, и тем самым повышать результативность сбыта и уровень обслуживания, что также актуально в сфере логистики.

На этапе розничных продаж цифровые двойники позволяют анализировать перемещение покупателей, изучать особенности их поведения, тестировать оптимальное размещение продуктов, выбирать наиболее приемлемую планировку торгового зала. Это позволяет оптимизировать товарные запасы, выбирать наилучший вариант работы с поставщиками, разрабатывать маршруты и графики завоза товаров.

Преимуществом современного этапа являются цифровые модели, в которых возможны изменения входных и выходных параметров, показателей и характеристик взамен создания статичных моделей с их простой визуализацией, которые преобладали прежде. Тем самым становится возможным анализировать динамические показатели: скорость перемещения, покупательские потоки, интенсивность операций и т.д.

Что касается Республики Беларусь, то Государственной программой «Цифровое развитие Беларуси» на 2021-2025 годы при внедрении комплекса программно-инструментальных средств для управления жизненным циклом изделий производственных предприятий предусмотрено создание цифрового двойника изделия, цифрового двойника производства, цифрового двойника обслуживания продукта [5].

Ведущей организацией в распространении цифровых проектов на пилотных площадках страны является Центральный научно-исследовательский и проектно-технологический институт организации и техники управления (ЦНИИТУ). Примеры разработки и внедрения цифровых двойников имеются в производстве, горнодобывающей промышленности, здравоохранении, на транспорте.

Так, ЗАО «Международный деловой альянс», белорусской IT-компанией – резидентом Парка высоких технологий, разработан цифровой двойник контейнерного терминала, модель морского порта, полигона дороги, модель атомной станции.

ООО «Гросвер Консалт» осуществляет разработку следующих видов цифровых двойников для организаций приборостроения и машиностроения: цифровых двойников изделия для симуляции реальных процессов и цифровых двойников предприятия или отдельных цехов. Причем цифровые двойники объектов представляют собой либо моделирование рабочего процесса до физического строительства предприятия с целью выявления «узких мест», либо отображение реальной ситуации на предприятии в режиме онлайн с целью мониторинга производственных процессов.

В рамках реализации инновационного проекта «Цифровое месторождение» создан цифровой двойник Речицкого месторождения Нефтегазодобывающего управления «Речицанефть» РУП «Производственное объединение «Белоруснефть». Цифровые двойники скважин, которые работают в автоматическом режиме позволяют анализировать динамику изменения различных параметров, быстро реагировать на внештатные ситуации и минимизировать потери при добыче нефти.

ОАО «Савушкин продукт» – лидер молочной отрасли Беларуси – совместно с лабораторией робототехники Брестского государственного технического университета и резидентами Брестского научно-технологического парка осуществляет внедрение цифровых двойников производственных линий, цехов, участков на своих площадках в Бресте, Пинске, Орше, Березе. Один из масштабных проектов по моделированию

был реализован компанией в рамках модернизации Барановичского молочного комбината.

Еще одной важнейшей сферой цифровизации является совершенствование промышленной маркировки товаров. Увеличение объема генерируемых национальным оператором кодов и их использование производителями, торговыми организациями, другими субъектами системы товародвижения по сути является аналогом двойника всей производственной и торговой деятельности государства. С помощью такого цифрового двойника оптимизируются товарные потоки, а также решаются задачи эффективного управления экономикой в целом, процессом налогообложения, слежением за контрафактом и т.д.

Таким образом, цифровые технологии существенно повышают эффективность логистического менеджмента, оптимизируя решение как текущих, так и стратегических задач товародвижения. Использование цифровых моделей становится актуальным на всех стадиях цепи поставок и на разных уровнях управления логистикой: для обоснования оптимальных маршрутов и отслеживания материальных потоков, управления процессами складской грузопереработки, повышения эффективности взаимодействия с партнерами, реализации современных форматов торговли, улучшения сервиса и др.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Global Digital Twin Market Research Report 2021 [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.globenewswire.com> (дата обращения: 11.03.2023).

2. Digital twins: What are they and why do they matter? [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.weforum.org>. (дата обращения: 11.03.2023).

3. Прохоров А., Лысачев М. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. Издание первое, исправленное и дополненное. – М.: ООО «АльянсПринт», 2020. – 401 с.

4. Digital Twins in Logistics. A DHL perspective on the impact of digital twins on the logistics industry [Electronic resource]. – Access mode:

<https://www.dhl.com> (дата обращения: 11.03.2023).

5. Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021-2025 годы [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mpt.gov.by.ru> (дата обращения: 19.03.2023).

6. Цифровой двойник [Электронный ресурс]. – URL: <https://iba.by> (дата обращения: 18.03.2023).

7. Цифровой двойник [Электронный ресурс]. – URL: <https://grosverconsult.by> (дата обращения: 21.03.2023).

8. Цифровой двойник Речицкого месторождения создают в «Белоруснефти» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.belta.by> (дата обращения: 22.03.2023).

9. «Паспорт» для йогурта. Цифровые технологии внедряет в производственные процессы ОАО «Савушкин продукт» [Электронный ресурс]. – URL: <https://vb.by> (дата обращения: 11.03.2023).

O. N. Zhuchkevich

DIGITAL TWINS IN LOGISTICS

The article is devoted to the features of digital twins using in logistics. The types of digital twins and global market trends are considered. Examples of digital developments in the Republic of Belarus are presented.

Keywords: digital twin, logistics, model.