Яковлева Е.А. [1], Толочко И.А. [2], Ким А.А. [2], Черняева А.А. [3]
[1] Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Санкт-Петербург, Россия
[2] АО «ПКБ «РИО», Санкт-Петербург, Россия
[3] Аудиторско-консалтинговая компания Ernst & Young, Москва, Россия

Цифровая трансформация системы планирования на основе цифрового двойника

ЦИТИРОВАТЬ СТАТЬЮ:

Яковлева Е.А., Толочко И.А., Ким А.А., Черняева А.А. Цифровая трансформация системы планирования на основе цифрового двойника // Креативная экономика. – 2021. – Том 15. – № 7. – С. 2811-2826. doi: 10.18334/ce.15.7.112351

АННОТАЦИЯ:

В статье представлен анализ системы планирования на предприятии на основе цифровой трансформации ее деятельности с применением цифрового двойника. Рассмотрена методология и принципы цифровой трансформации предприятия, представлена уточняющая характеристика процесса цифровизации бизнес-процессов компании, сформулированы ограничения внешней и внутренней среды, входные ресурсы системы объекта и субъекта управления. В качестве научного результата в статье указано, что суть цифровой трансформации связана не только с процессом, отражающим переход предприятия из одного технологического уклада в другой посредством разработки, внедрения, применения цифровых и информационно-коммуникационных технологий, но с необходимостью применения сквозных технологий управления субъектом управления предприятия с целью повышения уровня его эффективности, безопасности и конкурентоспособности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: цифровой двойник, система планирования, цифровая трансформация, стратегическое планирование, цифровое моделирование

ОБ АВТОРАХ

Яковлева Елена Анатольевна, профессор, доктор экономических наук, доцент (helen7199@gmail.com)
Толочко Иван Андреевич, заместитель генерального директора – финансовый директор (toloch1989@mail.ru)
Ким Анна Андреевна, Ведущий бухгалтер (kimnyusha897@gmail.com)
Черняева Анастасия Андреевна, помощник аудитора, департамент аудиторских услуг (kimnyusha897@gmail.com)

издательство КРЕАТИВНАЯ ЭКОНОМИКА

ISSN 1994-6929

Yakovleva E.A. [1], Tolochko I.A. [2], Kim A.A. [2], Chernyaeva A.A. [3]
[1] Saint Petersburg State University of Economics, Russia
[2] JSC PKB "RIO", Russia
[3] Ernst & Young, Russia

Digital transformation of a digital twin-based planning system

CITE AS:

Yakovleva E.A., Tolochko I.A., Kim A.A., Chernyaeva A.A. (2021) Tsifrovaya transformatsiya sistemy planirovaniya na osnove tsifrovogo dvoynika [Digital transformation of a digital twin-based planning system]. *Kreativnaya ekonomika. 15*. (7). – 2811-2826. doi: 10.18334/ce.15.7.112351

ABSTRACT:

An analysis of the enterprise planning system based on the digital transformation of its activities with the use of a digital double is presented in the article. The authors of the article consider the methodology and principles of digital transformation of the enterprise, present a clarifying characteristic of digitalization of the company's business processes, formulate the limitations of the external and internal environment, the input resources of the system of the object and the subject of management. The methodology of the research is based on the provisions of the theory of system analysis and management. As a scientific result, the authors of the article state that the essence of digital transformation is related not only to the process that reflects the transition of an enterprise from one technological mode to another through the development, implementation, and application of digital and information and communication technologies, but also to the need to use end-to-end technologies for managing the enterprise's management entity in order to increase its efficiency, safety, and competitiveness.

KEYWORDS: digital twin, planning system, digital transformation, strategic planning, digital modeling

JEL Classification: M11, M21, O31

Received: 03.07.2021 / **Published:** 31.07.2021
© Author(s) / Publication: CREATIVE ECONOMY Publishers
For correspondence: Yakovleva E.A. (helen7199@gmail.com)

Введение

В настоящее время формирование принципов, выбор методов, моделей, инструментов и информационных технологий в системе стратегического планирования обуславливают необходимость выявления качественных и количественных характеристик, отраслевой специфики, связей в вертикальной и горизонтальной интеграции сложных, многоуровневых структурах предприятий приборостроения; необходимости учета новых возможностей интеллектуальных решений в финансах для ускорения распознавания угроз возникновения стратегических проблемных ситуаций; необходимости определения «полезных» свойств информации и знаний для механизма планирования; потребности создания модели цифрового двойника для оцифровки свойств объекта управления, субъекта управления и их взаимодействий для стратегического планирования и оценки результатов плановых решений с учетом риска. Указанные обстоятельства процесса стратегического планирования диктуют цель исследования – обоснование эффективности использования инструментов цифровой трансформации в процессе планирования на предприятии с использованием цифрового двойника. Суть исследования заключается в комплексности применения современных интеллектуальных технологий на основе сквозных технологий управления в процессе цифровой трансформации и систему планирования для субъекта и объекта управления.

Элементами научной новизны обладают рекомендации авторов по разработке и применению цифрового двойника и в системе планирования на предприятии для последующего моделирования стратегических плановых решений и оценки их последствий.

В статье последовательно излагаются важные вопросы относительно:

– формализации процесса цифровизации предприятий и определения полезных свойств объекта, субъекта и их взаимоотношений для оцифровки в системе стратегического планирования;

– применения методологических подходов к цифровой трансформации предприятий, к актуальным вопросам формирования методической основы для системы стратегического планирования;

– сущности цифрового двойника предприятия (объекта) и его управляющей структуры (субъекта) с выделением полезных для процесса цифровизации свойств и характеристик.

ISSN 1994-6929

1. Актуальные вопросы цифровизации в управлении и планировании

Для наукоемких предприятий цифровая трансформация – это масштабный процесс интеллектуальной и управленческой деятельности управленческого персонала и рядовых сотрудников предприятия по разработке, внедрению и применению цифровых технологий, который необходимо рассматривать через призму функций управления в стратегической и операционной деятельности (планирование, организация, координация и контроль). Цифровая трансформация связана с внедрением передовых информационных, киберфизических и коммуникационных технологий в управление, развитие которых оказывает влияние на все сферы экономических отношений [1, 2] *(Yakovleva, Gadzhiev, Sharich, Yakovleva, 2021; Karlik, Kukor, Dymkovets, Yakovleva, 2017)*.

Существует достаточно много определений для этого понятия. Приведем в табличной форме основные из них *(табл. 1)*.

Таблица 1

Примеры определений цифровой трансформации

Источник	Определение
OECD	«Цифровая трансформация – совокупность экономических и социальных эффектов в результате цифровизации»
ITU	«Непрерывный процесс мультимодального внедрения цифровых технологий, которые коренным образом меняют процессы создания, планирования, проектирования, развертывания эксплуатации сервисов государственного и частного сектора, делая их персонализированными, безбумажными, безналичными, устраняя требования физического присутствия, на основе консенсуса сторон»
UNCTAD	«Направления радикального влияния цифровых продуктов и услуг на традиционные секторы экономики»
European Commission	«Значительные изменения во всех секторах экономики и общества в результате внедрения цифровых технологий во все аспекты человеческой жизни»

Источник: [3] *(Abdrakhmanova, 2021)*.

Эксперт по анализу данных лондонского агентства маркетинговой стратегии Rufus Leonard Ховард Кинг определяет цифровую трансформацию как «масштабную трансформацию бизнеса, затрагивающую весь набор функций предприятия от автоматизации закупок до продаж и маркетинга, влияющую как на изменение операционной модели, так и на инфраструктуру предприятия, базирующуюся на цифровых технологиях и протекающую под действием трех основных драйверов: изменения запросов пользователей, развития

технологий и усиления конкуренции». Из его определения мы видим, что он делает акцент на масштабах трансформаций, которые затрагивают как внутреннюю, так и внешнюю среду предприятия [4] *(Vyugina, 2016)*.

Изучение вопросов формирования методической основы для цифровой трансформации предприятий связано с важными обстоятельствами, а именно: активное применение искусственного интеллекта в распознавании образов, стремительное развитие киберфизических систем и промышленного интернета, сочетание средств когнитивного анализа речемыслительной деятельности и интеллектуальных решений в управлении наукоемкими предприятиями на основе экспертных систем поддержки решений, необходимость опережающей апробации сквозных технологий управления по цифровой трансформации предприятий на основе цифровых двойников. Итак, **цифровая трансформация** (ЦТ) – это в первую очередь интеллектуальная деятельность руководства предприятия по переосмыслению способов управления, организации, планирования и контроля работы участников процесса управления для повышения их эффективного взаимодействия за счет использования современных технологий и сбора и анализа данных, а также для формирования новых продуктово-производственных цепочек за счет интеграционных возможностей кооперации и специализации предприятия.

В качестве важных задач цифровой трансформации можно определить повышение эффективности деятельности предприятия после внедрения цифровых технологий, максимально возможное сокращение расходов на управление бизнесом, расстановку приоритетов в бизнес-процессах, выход на принципиально новый рынок с инновационными услугами и высочайшим уровнем обслуживания каждого клиента [5] *(Babikova, Babikov, 2021)*.

Комплексный подход к внедрению интеллектуальных решений в систему стратегического управления и планирования основан на применении сквозных технологий для субъекта и объекта, обработки больших данных с применением нейронных сетей и искусственного интеллекта. Цифровые двойники представляют наглядную сторону рассматриваемой технологии, когда в формировании цифровой модели свойств конкретного физического объекта выделяются полезные свойства, в нашем случае – влияющие на материальные и нематериальные факторы системы стратегического планирования. В дальнейшем в экономке цифровой двойник используется для моделирования сценариев развития, оценки потерь, выигрышей, порядка работ и т.д., для формирования альтернативного сетевого графика и актуализации баз знаний (фреймов). Цифровой двойник позволяет смоделировать результаты принятия решений в рамках деятельности предприятия. Проанализируем

ISSN 1994-6929

примеры применения цифровых двойников в различных отраслях и эффект от их использования в системе планирования предприятий с учетом условий стандартов умного производства *(табл. 2)* [6].

Таблица 2

Применение цифрового двойника в промышленности

Отрасль	Применение	Характеристика эффективности
Нефтегазовая отрасль	Разработка цифрового двойника в качестве предикативного анализатора аварийных ситуаций	Преждевременная оценка состава потоков сырья по вторичным признакам (теплоемкость, скорость процесса набора в трубах и т. д.), которая ведет к более качественному планированию и управлению
Нефтехимическая промышленность	Внедрение цифрового двойника в качестве управления инженерными данными	Расчет технических и экономических параметров (энергия, теплообмен, затраты на дополнительное оборудование и т.д.)
Строительная отрасль	Создание цифрового двойника на основе инфраструктуры здания	Упрощение процесса планирования использования ресурсов, которые зависят от климатических и производственно-технических процессов компании (электроменеджмент, мониторинг водных ресурсов и теплоснабжения)

Источник: [7].

Из *таблицы 2* видно, речь идет о создании модели, позволяющей просчитать влияние изменения любых внешних и внутренних условий для системы. Однако Индустрия 4.0 предлагает и другой вариант получения киберфизических моделей установок: за счет средств машинного обучения – нейросетей, использующих уже существующий огромный массив данных о работе оборудования с учетом дальнейшей потребности по переобучению после любой реконструкции, модернизации, ремонта, предполагающего замену какого-либо узла установки [8, 9] *(Sergeeva, Chebotar, Kharlamov, 2020)*. Применение цифровых двойников имеет широкую сферу применения, которая напрямую зависит от отраслевой специфики деятельности предприятия, многоярусности управления, сложности решаемых задач управления [3, 10] *(Abdrakhmanova, 2021)*.

Для попытки оценить экономическую эффективность внедрения цифровых двойников рассмотрим результаты исследования, проведенного компанией Cadfem Digital *(рис. 1)*.

Оптимизация работы и предсказания остаточного ресурса оборудования:

- Повышение энергоэффективности до 8%

Предикативная диагностика высоковольтных электродвигателей:

- Сокращение простоев на 15%

Оптимизация режимов работы оборудования

- Увеличение производительности на 10%
- Потенциал оптимизации: уменьшение электропотребления - 10%, увеличение межремонтных интервалов - 20%, уменьшение простоев - 15%

Оптимизация технологического процесса и энергопотребления поточно-транспортных систем

- Сокращение количества конвейеров, задействованных в процесса транспортировки на 15%

Рисунок 1. Сведения об эффективности применения цифровых двойников в промышленности (для объекта)

Источник: [11].

Как видно из *рисунка 1*, применение цифровых двойников позволяет сократить временные, трудовые и финансовые ресурсы предприятия; позволяет обеспечить мероприятия по регулированию и актуализации нормативных показателей калькуляции себестоимости в системе планирования.

2. Методологические подходы по цифровой трансформации системы планирования предприятия

Развитие суперкомпьютерных технологий и информационно-коммуникативных средств, успехи в микроэлектронике и приборостроении обеспечивают в настоящее время практическую реализацию положений ситуационного управления и логико-лингвистического моделирования Д.А. Поспелова [12] *(Pospelov, 1981)*, Л.С. Болотовой [13] *(Bolotova, 2017)*, Ю.И. Клыкова [14] *(Klykov, 1974)*, общей параметрической теории управления А.И. Уемова [15] *(Uyomov, 1978)*, раскрывают возможности применения семиотики и системного анализа путем логико-лингвистического моделирования на основе семантического представления знаний об объекте и субъекте управления, их

creativeconomy.ru

ISSN 1994-6929

взаимосвязи и для теории адаптивного управления Б.Л. Кукора [16] *(Kukor, Klimenkov, 2017)*, Г.В. Клименкова, А.Е. Карлика в экономике.

Для внедрения проектов по цифровой трансформации руководству предприятия необходимо создать определенные условия для подготовки кадров, начиная от организации центра компетенций и единой системы информационно-аналитической, методической поддержки процесса цифровизации; разработки базы знаний по стратегическим проблемным ситуациям и путям их решения, по проведению мероприятий по законодательной защите интеллектуальной собственности и созданию центра обучения для сотрудников предприятия. Центр компетенций необходим для консультационной поддержки предприятия по вопросам цифровой трансформации, нормативного регулирования, стандартизации бизнес-процессов. Единая система инструментально-методической поддержки процесса цифровой трансформации содержит задачи и решения по созданию и актуализации цифровых двойников как самого предприятии (объекта), так и его управляющей структуры (субъекта), отношений между ними. Разработка базы знаний должна проводиться в виде фреймового представления и семантических структур (имеются в виду семантические модели субъекта и объекта). Данное условие необходимо для применения лучших интеллектуальных систем поддержки решений в сфере цифровой трансформации с учетом специфики деятельности предприятия и соответствующих стандартов. Законодательная защита интеллектуальной собственности предполагает разработку мер по формированию базы нормативно-правовых актов, способствующей сохранению прав. Формирование центра обучения для сотрудников предприятия должно происходить с учетом опережающих программ по обучению персонала для освоения задач управления цифровой трансформацией.

Процедура организации работ по формированию планов (бюджетов) должна быть согласована по основным функциям управления (планирование, организация, координация и контроль), основана на разработках как финансово-экономической модели предприятия, так и на семантическом моделировании концептуального каркаса теории адаптивного управления (должны быть выстроены модели объекта и субъекта, их деревья целей, выполнены работы по сетевому планированию и проработаны альтернативные сетевые графики достижения целей субъектом на ресурсных комплексах объекта, построена (актуализирована) логико-лингвистическая модель дискретно-ситуационной сети проблемных ситуаций и путей их решения, описаны знания о проблемных ситуациях в виде фреймов) и т.д. [16] *(Kukor, Klimenkov, 2017)*.

Рассматривая роль цифровых двойников в системе планирования на предприятии при его цифровизации, в частности субъекта и объекта управления, следует выделить следующие ключевые положения:

1) формирование управляющей структурой (субъектом) «базы знаний» на основе фреймового представления, включающего в себя:

– описание проблемных ситуаций с указанием нормативных показателей, сигнализирующих о возникновении проблемных ситуаций;

– описание путей решения проблемных ситуаций;

– описание взаимосвязей между проблемными ситуациями и путями их решения;

2) интеграция инструментов когнитивного анализа данных в систему поддержки принятия решений, таких как:

– модели объекта и субъекта, позволяющие выявить операционные связи между элементарными объектами системы;

– деревья целей объекта и субъекта как основа для обратного логического вывода и перехода к определению альтернативных сценариев;

– альтернативные сетевые графики для антиципации состояний объекта и субъекта;

– дискретно-ситуационная сеть проблемных ситуаций и матрица рисков и угроз для выявления причинно-следственных связей в цепочке проблемных ситуаций и выявления тех, которые требуют первоочередного разрешения.

Отсюда следует, что цифровой двойник объекта может быть представлен в виде альтернативных сетевых графиков, модели объекта и дерева его целей. Цифровой же двойник субъекта подобно абсолютному знанию недостижим, в связи с чем под цифровым двойником субъекта понимается подобие цифрового двойника субъекта, построение которого основывается на модели субъекта, дереве целей субъекта и альтернативных сетевых графиках субъекта, а также его системе оцифрованных знаний, хранящихся в виде фреймов.

Цифровизацию предприятия необходимо рассматривать в разрезе взаимосвязей контуров управления между субъектом и объектом управления, которые имеют определенные ограничения, саму алгоритмизацию можно представить в виде взаимодействия цифровых двойников субъекта и объекта, основанного на трех информационных потоках:

1) передача от цифрового двойника объекта к подобию цифрового двойника субъекта данных о состоянии объекта;

2) эмуляции управленческого воздействия цифрового двойника субъекта на цифровой двойник объекта;

creativeconomy.ru

ISSN 1994-6929

3) получении обратной связи от цифрового двойника объекта о его состоянии по результатам эмуляции.

В результате указанных взаимодействий производится выдача рекомендаций от цифрового двойника субъекта к субъекту управления для принятия окончательного решения.

Алгоритмизация для субъекта управления цифровой трансформацией основана на логико-лингвистическом моделировании сценариев разрешения проблемных ситуаций для достижения цели объектам управления и раскрывает суть онтологии управления в **цифровизации предприятия** как не только новый этап автоматизации системы подготовки (генерации) управленческих решений с помощью разработки и внедрения цифровых сквозных технологий (для объекта и субъекта), основанных на горизонтальной и вертикальной интеграции для решения вопросов по безопасности, эффективности и целостности деятельности предприятия, но и служит основой для системы поддержки решений.

3. Сущность цифрового двойника и его значение в системе планирования

Как мы определили, цифровая трансформация промышленных предприятий – это, прежде всего, внедрение автоматизированных систем управления во все сферы деятельности компании. Одним из таких инструментов является цифровой двойник. **Цифровой двойник** – виртуальный аналог полезных свойств системы стратегического планирования (в данном контексте). С помощью него можно смоделировать выпуск нового продукта или конкретный бизнес-процесс.

Целью использования цифрового двойника на предприятии является динамическое когнитивное сценарное моделирование, которое позволяет ответить на ряд вопросов по разрешению стратегических проблемных ситуаций, например относительно выполнения плана производств [7, 8, 17, 18] *(Yakovleva, Gadzhiev, Sharich, Yakovleva, 2021; Yakovleva, Tolochko, 2021)*:

– какой объем (новой, усовершенствованной, традиционной) продукции предприятие может произвести на имеющихся мощностях при условии исполнения новых требований заказчика;

– насколько логистика предприятия отвечает требованиям комплексности, своевременности, качества поставок, проведения ОКР, пусконаладки, опытной и серийной эксплуатации, ремонта, выбытия утилизации и т. д.

– какие проблемные ситуации первого, второго и третьего классов ожидают предприятие при производстве планового объема продукции в срок;

– какое влияние окажет на деятельность предприятия вышедшее из строя оборудование, задержки в смежных звеньях в цепочке;

– как изменится производственный план при нехватке кадров;

– хватит ли электрической мощности, сжатого воздуха, воды в пиковые моменты потребления и так далее.

Для каждой ситуации набор вопросов, для которых будет сформирован фрейм, будет индивидуальным. Отсюда выбор ключевых показателей и нормативных значений также будет неповторимым для каждой ситуации предприятия. Подобная система может найти свое применение при планировании финансовых показателей на предстоящий период. На основании интересов предприятия, а также специфики деятельности лица, принимающие решения (ЛПР), самостоятельно формируют необходимые статьи, которые оказывают наибольшее влияние на движение денежных средств, по которым в дальнейшем будет оцениваться финансовое положение предприятия.

Так, преимуществом применения цифрового двойника объекта может быть сокращение затрат при производстве опытных образцов изделий за счет, например, эмулирования работы разрабатываемых в САПР (система автоматизированного проектирования) печатных плат, модулей, блоков, что способствует уменьшению количества ошибок, допускаемых на этапе проектирования и разработки, а также значительному сокращению времени выхода на рынок разрабатываемой продукции. Так, на основе опроса экспертов из числа руководителей предприятий радиоэлектронной промышленности, внедрение технологий цифрового двойника продукции позволит сократить количество опытных образцов выпускаемой продукции 2,5 раза, что приведет к экономии как материальных затрат, так и затрачиваемой на указанный процесс трудоемкости.

Таким образом, цифровой двойник позволяет прогнозировать с существенно более высокой степенью достоверности состояния объекта возможные нештатные ситуации, оперативно на них реагировать, снижая угрозы безопасности, здоровью людей и окружающей среде. В качестве примера может быть выбран отчет о финансовых результатах, дополненный статьями, важными для процесса бюджетирования АО «Связь».

Представим визуализацию формы цифрового двойника на предприятии отрасли приборостроения *(рис. 2)*.

creativeconomy.ru

ISSN 1994-6929

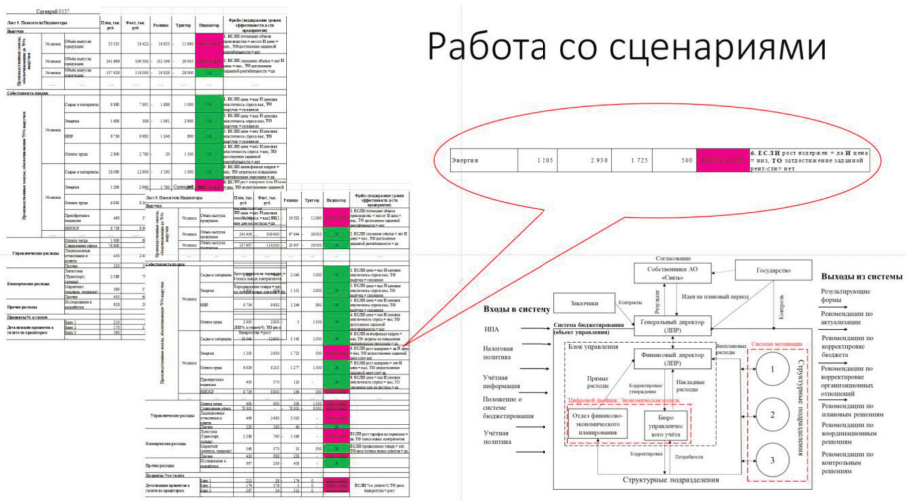

Рисунок 2. Пример формы цифрового двойника на предприятии

Источник: составлено авторами.

Субъект управления, ЛПР, основываясь на своих принципах оценки деятельности, выбирает:

– критические операционные показатели;
– задает триггерные значения для каждой из статей;
– количество сработавших триггеров, сигнализирующих о необходимости реакции на ухудшение состояния предприятия.

По мнению экспертов, применение цифровых двойников в различных отраслях промышленности приведет к повышению эффективности деятельности организаций на 10% [7, 19–21] *(Voronova, Sharich, Yakovleva, 2020; Kokorev, Yurin, 2019; Normova, Tolkachev, 2020)*. Первенство по сокращению издержек с помощью применения этой технологии занимают нефтехимическая и нефтегазовая отрасли. В транспортной отрасли объем капитальных затрат также снижается в пределах 5–10%. Это происходит за счет преждевременной идентификации расхождений с плановыми показателями, выявления ошибок.

Таким образом, можно быстро выявить расхождение с нормативными значениями и оперативно внести корректировки в значения плановых показателей. Возможная форма цифрового двойника представлена ниже.

Заключение

Цифровая трансформация неизбежно затрагивает процессы, связанные со взаимодействиями между субъектом и объектом управления на предприятии. Важно, что для поддержания конкурентоспособности компании вынуждены разрабатывать и внедрять цифровые технологии с учетом специфики своей деятельности, рисков, угроз, а также внутренних и внешних ограничений.

В данной статье мы рассмотрели роль цифровой трансформации в системе планирования на предприятии на примере внедрения цифрового двойника как визуализированной части сквозных технологий управления. Как мы можем отметить, применение данной технологии не ограничивается одной отраслью, оно находит отражение в различных сферах бизнеса, выполняя функции от безопасности деятельности предприятия до расчета плановых показателей. В отличие от обычных моделей цифровой двойник в режиме реального времени отображает свойства исследуемого объекта, тем самым позволяя менеджеру заблаговременно вносить изменения в процессе планирования.

Итак, цифровая трансформация предприятия связана с процессом разработки и интеграции цифровых интеллектуальных технологий в систему управления предприятием, отражающим его переход к стандарту Индустрии 4.0 посредством широкомасштабного использования сквозных цифровых и информационно-коммуникационных технологий в управляющую структуру предприятия, таких как цифровой двойник, для повышения качества управления и планирования.

ИСТОЧНИКИ:

1. Яковлева Е.А., Гаджиев М.М., Шарич Э.Э., Яковлева Д.Д. Когнитивное усиление системы принятия и поддержки решений // Лидерство и менеджмент. – 2021. – № 1. – с. 127-144.
2. Карлик А.Е., Кукор Б.Л., Дымковец И.А., Яковлева Е.А. Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям // Актуализация особенностей разработки системы стратегического управления экономикой России. 2017.
3. Абдрахманова Г.И. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты: докл. к XXII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. / Москва, 13–30 апр. 2021 г. / Г.И. Абдрахманова, К.Б. Быховский, Н.Н. Веселитская, К.О. Вишневский, Л.М. Гохберг и др. ; рук. авт. кол. П.Б. Рудник ; науч. ред. Л.М. Гохберг, П.Б. Рудник, К.О. Вишневский, Т. С. Зинина ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. – 239 с.

ISSN 1994-6929

4. Вьюгина Д.М. Цифровые стратегии медиабизнеса в условиях изменяющегося медиапотребления // Медиаскоп. – 2016. – № 4.
5. Бабикова А.В., Бабиков Н.М. Оценка цифровой трансформации в банковском секторе на основе когнитивного моделирования // Вопросы инновационной экономики. – 2021. – № 1. – с. 299-314.
6. ПНСТ 429-2020 Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 1. Общие положения. База ГОСТов. [Электронный ресурс]. URL: https://allgosts.ru/25/040/pnst_429-2020 (дата обращения: 18.06.2021).
7. Как цифровые двойники помогают российской промышленности. Rusbase. [Электронный ресурс]. URL: https://rb.ru/longread/digital-twin/ (дата обращения: 18.06.2021).
8. Два в одном: для чего заводу нужен цифровой близнец. Digital Russia. [Электронный ресурс]. URL: http://digital-russia.rbc.ru/articles/dva-v-odnom-dlya-chego-zavodu-nuzhen-tsifrovoy-bliznets/ (дата обращения: 18.06.2021).
9. Сергеева И. Г., Чеботарь А. В., Харламов А. В. Оценка применения информационных технологий и систем в инновационной деятельности организации // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2020. – № 1(121).
10. Цифровизация производства и цифровые двойники: объединяем PLM, IoT и Big Data. BigData. [Электронный ресурс]. URL: https://www.bigdataschool.ru/blog/digital-twin-plm-iot-big-data.html (дата обращения: 18.06.2021).
11. 0 Фабрика цифровой трансформации: «Цифровые двойники промышленного оборудования и технологических процессов». [Электронный ресурс]. URL: https://neftegaz.ru/ (дата обращения: 18.06.2021).
12. Поспелов Д.А. Логико-лингвистическое моделирование в системах управления риском организации. - М.: Энергоиздат, 1981. – 222 с.
13. Болотова Л.С. Системы поддержки принятия решений. / В 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для академического бакалавриата. Серия: Бакалавр. Академический курс-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 264 с.
14. Клыков Ю.И. Ситуационное управление большими системами. – М.: Энергия, 1974. – 136 с.
15. Уёмов А.И. Системный подход и общая теория систем. – М.:, 1978. – 272 с.
16. Кукор Б.Л., Клименков Г.В. Адаптивное управление промышленным комплексом региона: теория, методология, практика. – Екатеринбург – С. Петербург: ФГБУН Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, 2017. – 306 с.
17. Яковлева Е.А., Гаджиев М.М., Шарич Э.Э., Яковлева Д.Д. Модель анализа материальных и нематериальных факторов эффективности в системе стратегического планирования на основе совместного причинно-следственного картирования и фреймового представления знаний // Экономика, предпринимательство и право. – 2021. – № 1. – с. 145-158.

18. Яковлева Е.А., Толочко И.А. Инструменты и методы цифровой трансформации // Вопросы инновационной экономики. – 2021. – № 2. – doi: 10.18334/vinec.11.2.112016.
19. Воронова Н.С., Шарич Э.Э., Яковлева Д.Д. Архитектура системы поддержки принятия инвестиционных решений в финансовой экономике на основе мониторинга рыночной конъюнктуры // Экономика, предпринимательство и право. – 2020. – № 12. – с. 2933-2946.
20. Кокорев Д.С., Юрин А.А. Цифровые двойники: понятие, типы и преимущества для бизнеса // Technical science. – 2019. – № 34. – с. 101-104.
21. Нормова Ю.В., Толкачев С.А. Киберфизические и кибернетические особенности цифровизации регионов России // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – № 4. – с. 1943-1960.

REFERENCES:

Abdrakhmanova G.I. (2021). *Tsifrovaya transformatsiya otrasley: startovye usloviya i prioritety: dokl. k XXII Apr. mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva* [Digital transformation of industries: starting conditions and priorities: Reports to the 22nd Apr. international scientific conference on problems of economic and social development] (in Russian).

Babikova A.V., Babikov N.M. (2021). *Otsenka tsifrovoy transformatsii v bankovskom sektore na osnove kognitivnogo modelirovaniya* [Assessment of digital transformation in the banking sector based on cognitive modeling]. *Russian Journal of Innovation Economics*. (1). 299-314. (in Russian).

Bolotova L.S. (2017). *Sistemy podderzhki prinyatiya resheniy* [Decision support systems] (in Russian).

Karlik A.E., Kukor B.L., Dymkovets I.A., Yakovleva E.A. (2017). *Mezhdunarodnaya konferentsiya po myagkim vychisleniyam i izmereniyam* [International Conference on Soft Computing and Measurements] *Actualization of the features of the development of the system of strategic management of the Russian economy*. (in Russian).

Klykov Yu.I. (1974). *Situatsionnoe upravlenie bolshimi sistemami* [Situational management of large systems] (in Russian).

Kokorev D.S., Yurin A.A. (2019). *Tsifrovye dvoyniki: ponyatie, tipy i preimushchestva dlya biznesa* [Digital twins: concept, types and benefits for business]. *Technical science*. (34). 101-104. (in Russian).

Kukor B.L., Klimenkov G.V. (2017). *Adaptivnoe upravlenie promyshlennym kompleksom regiona: teoriya, metodologiya, praktika* [Adaptive management of the industrial complex of the region: theory, methodology, practice] (in Russian).

ISSN 1994-6929

Normova Yu.V., Tolkachev S.A. (2020). *Kiberfizicheskie i kiberneticheskie osobennosti tsifrovizatsii regionov Rossii* [Cyberphysical and cybernetical characteristics of the digitalization in Russian regions]. *Russian Journal of Innovation Economics*. (4). 1943-1960. (in Russian).

Pospelov D.A. (1981). *Logiko-lingvisticheskoe modelirovanie v sistemakh upravleniya riskom organizatsii* [Logical and linguistic modeling in the organization's risk management systems] (in Russian).

Sergeeva I. G., Chebotar A. V., Kharlamov A. V. (2020). *Otsenka primeneniya informatsionnyh tekhnologiy i sistem v innovatsionnoy deyatelnosti organizatsii* [Evaluation of information technologies and systems usage for the innovative activities of organization]. *Bulletin of the Saint Petersburg State University of Economics*. (1(121)). (in Russian).

Uyomov A.I. (1978). *Sistemnyy podkhod i obshchaya teoriya sistem* [System approach and general theory of systems] (in Russian).

Voronova N.S., Sharich E.E., Yakovleva D.D. (2020). *Arkhitektura sistemy podderzhki prinyatiya investitsionnyh resheniy v finansovoy ekonomike na osnove monitoringa rynochnoy konyunktury* [The architecture of the investment decision support system in the financial economy on the basis of monitoring of market conditions]. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*. (12). 2933-2946. (in Russian).

Vyugina D.M. (2016). *Tsifrovye strategii mediabiznesa v usloviyakh izmenyayushchegosya mediapotrebleniya* [Media consumption as a key to new digital strategies in media]. *Mediaskop*. (4). (in Russian).

Yakovleva E.A., Gadzhiev M.M., Sharich E.E., Yakovleva D.D. (2021). *Kognitivnoe usilenie sistemy prinyatiya i podderzhki resheniy* [Cognitive enhancement of decision-making and support systems]. *Leadership and management*. (1). 127-144. (in Russian).

Yakovleva E.A., Gadzhiev M.M., Sharich E.E., Yakovleva D.D. (2021). *Model analiza materialnyh i nematerialnyh faktorov effektivnosti v sisteme strategicheskogo planirovaniya na osnove sovmestnogo prichinno-sledstvennogo kartirovaniya i freymovogo predstavleniya znaniy* [Model of analysis of material and intangible efficiency factors in the strategic planning system based on joint cause-and-effect mapping and frame representation of knowledge]. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*. (1). 145-158. (in Russian).

Yakovleva E.A., Tolochko I.A. (2021). *Instrumenty i metody tsifrovoy transformatsii* [Tools and methods of digital transformation]. *Russian Journal of Innovation Economics*. (2). (in Russian). doi: 10.18334/vinec.11.2.112016.