

Процессный подход к цифровому управлению цепями ценности и поставок¹

Тяпухин А. П.^{1, *}, Старков Д. А.²

¹Оренбургский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Оренбург, Российская Федерация; *aptyapuhin@mail.ru

²ПАО «Гидропресс», Оренбург, Российская Федерация

РЕФЕРАТ

Целью статьи является уточнение и дополнение процессного подхода к управлению цепями ценности и поставок, ориентированного на создание цифровых двойников, моделирование и разработку управленческих решений, отличающихся минимальной упущенной выгодой.

Для достижения данной цели использовались терминологический анализ, дескрипторный и фасетный методы качественного исследования, позволяющие формировать идентификационные ряды, создавать эталоны (виртуальные копии) объектов управления, разрабатывать и исследовать бинарные матрицы, являющиеся основой для проектирования цифровых двойников управления цепями ценности и поставок.

В статье получены следующие результаты: обоснованы варианты взаимодействия нефизических (виртуальных) и физических (реальных) объектов управления цепями ценности и поставок; уточнена сущность и дополнено содержание процессного подхода к управлению; определены компоненты и процессы создания и использования цифрового двойника управления цепями ценности и поставок; уточнены функции владельцев процессов, использующих данный цифровой двойник.

Внедрение результатов исследования позволит повысить качество управленческих решений в цепях ценности и поставок; улучшить процессы их структуризации и распределения по вертикали и горизонталям организационной структуры управления; повысить лояльность конечных потребителей продукции и услуг за счет создания желаемых ими ценностей.

Ключевые слова: управление, цифровизация, цифровой двойник, прототип, упущенная выгода.

Для цитирования: Тяпухин А. П., Старков Д. А. Процессный подход к цифровому управлению цепями ценности и поставок // Управленческое консультирование. 2025. № 3. С. 121–130. EDN ZEJPB

A Process Approach to Digital Value Supply Chain Management

Alexey P. Tyapukhin^{1, *}, Dmitry A. Starkov²

¹Orenburg Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Orenburg, Russian Federation; *aptyapuhin@mail.ru

²PJSC Gidropress, Orenburg, Russian Federation

ABSTRACT

The purpose of this article is to clarify and supplement the process approach to value supply chain management, focusing on creating digital twins, simulations, and developing management decisions with minimal losses.

To achieve this purpose, terminological analysis, descriptive and facet methods of qualitative research were used. These methods allow us to form identification series, create standards

¹ Окончание. Начало см.: Тяпухин А. П., Старков Д. А. Процессный подход к цифровому управлению цепями ценности и поставок // Управленческое консультирование. 2025. № 2. С. 75–92. EDN IVNFJM

(virtual copies) of management objects, develop and study binary matrices that form the basis of a digital twin for value supply chain management.

The following results are obtained in the article: options for the interaction between non-physical (virtual) and physical (real) objects in value supply chain management are justified; the essence and content of the process approach to management are clarified and supplemented; components and processes for creating and using a digital twin for value supply chain management are defined; and functions of owners of processes using this digital twin are described.

The originality of the research lies in the use of identification series to measure and digitize non-physical objects in value supply chain management, in order to develop effective management decisions using a digital twin aggregate containing the following blocks: consumer value, management system, chain in statics, chain in dynamics, environmental factors, management decision, and organizational management structure.

Keywords: management, digitalization, digital twin, prototype, lost profit.

For citation: Tyapukhin A. P., Starkov D. A. A Process Approach to Digital Value Supply Chain Management // Administrative consulting. 2025. N 3. P. 121–130. EDN ZEIJPB

В первой части статьи было представлено теоретическое обоснование сущности и содержания процессного подхода к управлению цепями ценности и поставок, позволяющего перейти к проектированию прототипа цифрового двойника управления данного типа. На основе полученных при этом результатов необходимо понять, каким образом будут разрабатываться цифровые управленческие решения с помощью искусственного интеллекта, оперирующего, в том числе, нефизическими объектами менеджмента. Поэтому во второй части статьи обратимся к методологическим аспектам процессного подхода к управлению цепями ценности и поставок, таким как определение компонентов и процессов создания и использования цифрового двойника управления цепями ценности и поставок, а также уточнение функций владельцев процессов, использующих данный цифровой двойник.

Определение компонентов и процессов создания и использования цифрового двойника УЦЦиП

Как было отмечено в предыдущей части статьи, к основным объектам управления цепями ценности и поставок (далее — УЦЦиП) относятся предприятия, отношения, процессы и потоки (запасы) ([1, рис. 1]), которые могут быть виртуальными и реальными. Данный аспект исследования предполагает определение взаимосвязей субъектов и объектов УЦЦиП в процессе создания ценности для конечного потребителя [12]. Решение этой задачи позволит идентифицировать специфические черты субъектов и объектов УЦЦиП и внести изменения в последовательность реализации процессного подхода [4] к цифровому УЦЦиП ([1, рис. 4]). Взаимосвязи реальных и виртуальных объектов УЦЦиП представлены на рис. 5.

В верхней части рис. 5 указаны два типа объектов УЦЦиП: виртуальные и реальные объекты. Между данными объектами установлены гомогенные (один и тот же объект в виртуальном и реальном исполнениях) и гетерогенные (два разнородных объекта либо в виртуальном, либо в реальном исполнениях) взаимосвязи. В левой части рис. 5 представлены основные объекты УЦЦиП, которые относятся к смежным звеньям ЦЦиП: потребителю, шифр «С», поставщику, шифр «S», и одновременно к потребителю «С» и поставщику «S». Если инициатором отношений является потребитель, то используется шифр «C-S», если поставщик, то используется шифр «S-C». Особенностью рис. 5 является акцент на сложном объекте УЦЦиП: цепи в динамике, состоящей из процессов и связывающих их потоков ресурсов [10], деление которых нецелесообразно по причине тесных связей между ними.

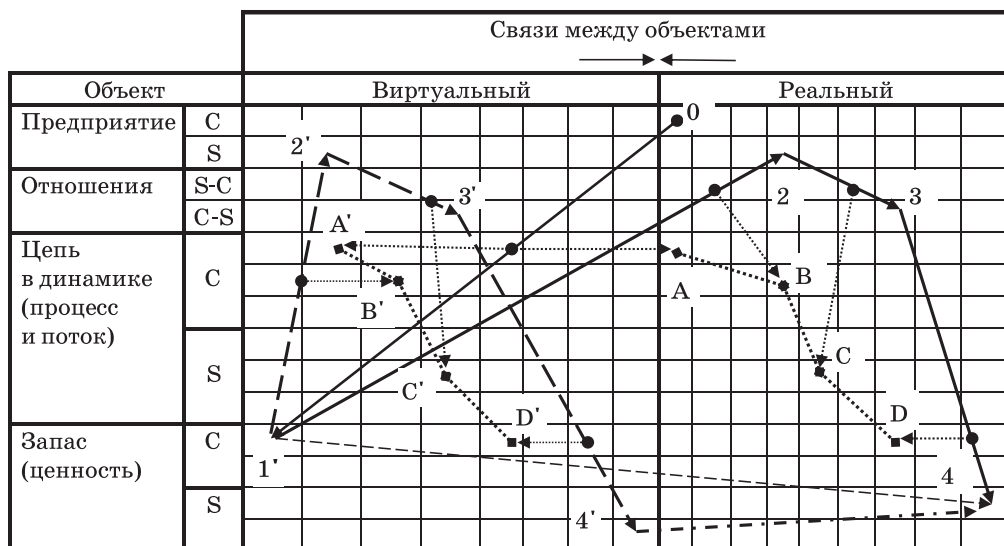


Рис. 5. Взаимосвязи реальных и виртуальных объектов УЦЦП
Fig. 5. Relations between real and virtual VSCM objects

Логика рис. 5 заключается в следующем. Реальный потребитель «С» формирует желаемую ценность [14]. Данный процесс на рис. 5 представлен вектором «0 – 1'», связывающим место расположения реального потребителя «С» (точка 0) и его виртуальное представление о продукте и/или услуге как запаса (точка 1'). На векторе «0 – 1'» точкой обозначена необходимость использования не только виртуальной, но и реальной цепи в динамике, чтобы данный процесс был выполнен качественно. Начальными точками для использования виртуальной и реальной цепи в динамике для вектора «0 – 1'» являются точки А' и А, соответственно. Следует подчеркнуть, что в зависимости от сложности решаемой потребителем «С» задачи данный потребитель может использовать стандарты (виртуальные копии) цепей данного типа, которые могут быть внедрены без доработки или оптимизированы для конкретной управленческой ситуации с помощью искусственного интеллекта цифрового двойника УЦЦП.

Желаемая потребителем «С» ценность в виде запаса виртуального продукта и/или услуги (точка 1') требует привлечения сначала виртуального (точка 2'), а потом реального (точка 2) поставщика «S» продукта и/или услуги. Данные процессы обозначены на рис. 5 векторами «1' – 2'» и «1' – 2» соответственно. Точки на данных векторах указывают на необходимость использования виртуальной (точка В') и реальной (точка В) цепи в динамике. Далее между потребителем «С» и поставщиком «S» должны быть установлены сначала виртуальные (точка 3'), а потом реальные (точка 3) отношения по инициативе потребителя «С», обозначенные векторами «2' – 3'» и «2 – 3», соответственно. Данные процессы основаны на виртуальной (точка С') и реальной (точка С) цепи в динамике. И наконец после установления реальных отношений между потребителем «С» и поставщиком «S» решается вопрос о создании сначала виртуального (точка 4'), а потом реального продукта и/или услуги (векторы «3' – 4'» и «3 – 4») с помощью виртуальной (точка D') и реальной (точка D) цепи в динамике. Вектор «4' – 4» характеризует создание поставщиком «S» реального продукта и/или услуги. В свою очередь, вектор «1' – 4» отражает процесс сопоставления потребителем «С» желаемой и воспринимаемой ценностей [11] с последующей оценкой продолжения

его отношений с поставщиком «S». При необходимости структура рис. 5 может быть дополнена в соответствии с целью и задачами поставщика «S».

Для определения компонентов и процессов создания и использования цифрового двойника УЦЦиП необходимо уточнить содержание процесса преобразования реального объекта на начало в виртуальный объект (сознание субъекта управления или программный продукт) и далее в объект УЦЦиП на конец планового периода. Решение данной задачи представлено на рис. 6.

На рис. 6 показано, что успешная деятельность реального объекта УЦЦиП в настоящем (звена ЦЦиП) под воздействием факторов внешней среды [6] неизменно сопровождается его упущенной выгодой [13], которая рано или поздно превышает установленный для нее критический уровень. В этом случае необходимо воспользоваться эффективным программным продуктом, в частности, цифровым двойником УЦЦиП, позволяющим создавать эталоны или виртуальные копии данного объекта [7]. В простейшем случае данная копия позволяет найти и внедрить типовое управленческое решение, направленное на сокращение упущенной выгоды звена ЦЦиП. В более сложном случае необходимо создать виртуальную модель реального объекта УЦЦиП и исследовать ее при различных сценариях развития факторов внешней среды. На основе результатов моделирования формируется реальный объект УЦЦиП в будущем, целью которого является снижение упущенной выгоды в будущем. Таким образом, критерием эффективности цифрового УЦЦиП является сокращение упущенной выгоды, которое достигается с помощью его цифрового двойника, компоненты которого представлены на рис. 7.

Из содержания рис. 7 следует, что к основным компонентам цифрового двойника УЦЦиП относятся: прототип, код «00», агрегат, код «01», экземпляр, код «11» цифрового двойника [9], а также техническое задание на проектирование экземпляров и агрегата цифрового двойника, код «10». Для обоснования количества и качества данных компонентов использованы классификационные признаки и дихотомии: «субъект разработки управленческого решения»: человек, символ «0»,

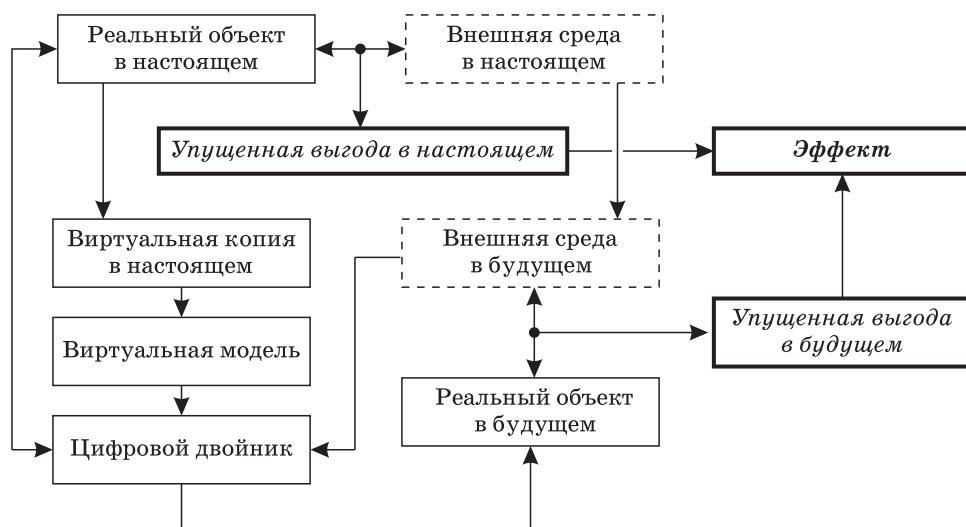


Рис. 6. Процесс и критерий эффективности цифрового УЦЦиП
Fig. 6. Process and criteria for the effectiveness of digital VSCM

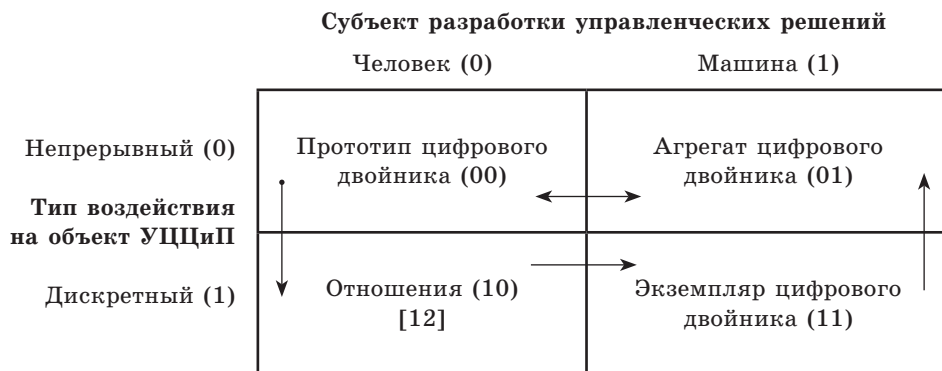


Рис. 7. Классификация компонентов цифрового двойника УЦЦиП
Fig. 7. Classification of the components of the VSCM digital twin

и машина (компьютер), символ «1», а также «тип воздействия на объект УЦЦиП»; непрерывный, символ «0», и дискретный, символ «1».

Информация, представленная на рис. 7, позволяет обосновать компоненты и разработать процессы создания и использования цифрового двойника УЦЦиП (рис. 8).

На рис. 8 представлен реальный объект управления (звено ЦЦиП) с учетом воздействия на него факторов внешней и внутренней среды. Для выполнения миссии данного объекта и достижения поставленных перед ним целей субъект УЦЦиП осуществляет мониторинг деятельности объекта, критерием эффективности которой является упущенная выгода (см. рис. 6). Если ее значение не соответствует установленному критерию, осуществляется верификация объектов УЦЦиП ([1, рис. 1, табл. 1]) с последующей идентификацией, формализацией, стандартизацией и кодированием. На основе данных процессов разрабатывается прототип цифрового двойника УЦЦиП, в состав которого входят виртуальный объект и его элементы управления не только звеном, но и ЦЦиП, а также цифровая внешняя среда.

Если цифровой двойник УЦЦиП разрабатывается впервые, то на его основе формируется техническое задание (см. рис. 8), которое направляется исполнителю (разработчику экземпляров и агрегата цифрового двойника). В его компетенцию входят процессы оцифровки (не путать с кодированием), алгоритмизации и программирования, позволяющие создать агрегат цифрового двойника. В состав данного агрегата включаются оцифрованный виртуальный объект управления и его элементы, находящиеся в цифровой внешней среде.

После создания агрегата цифрового двойника УЦЦиП его пользователь готовит исходные данные для разработки управленческого решения, позволяющего перевести реальный объект управления в настоящем в реальный объект управления в будущем. Исходные данные должны содержать необходимые требования и задачи, стоящие перед пользователем данного цифрового двойника. После обработки полученной информации и моделирования агрегат цифрового двойника предлагает пользователю управленческие решения, которые могут быть типовыми, то есть известными ранее, или инновационными, требующими обоснования с помощью искусственного интеллекта. В любом случае субъект УЦЦиП принимает окончательное управленческое решение, внедряет его, получает результат, оценивает упущенную выгоду и полученный при этом эффект (рис. 6). Данные процессы завершаются оценкой внешних и внутренних резервов [5], информация о которых заносится в агрегат цифрового двойника УЦЦиП.

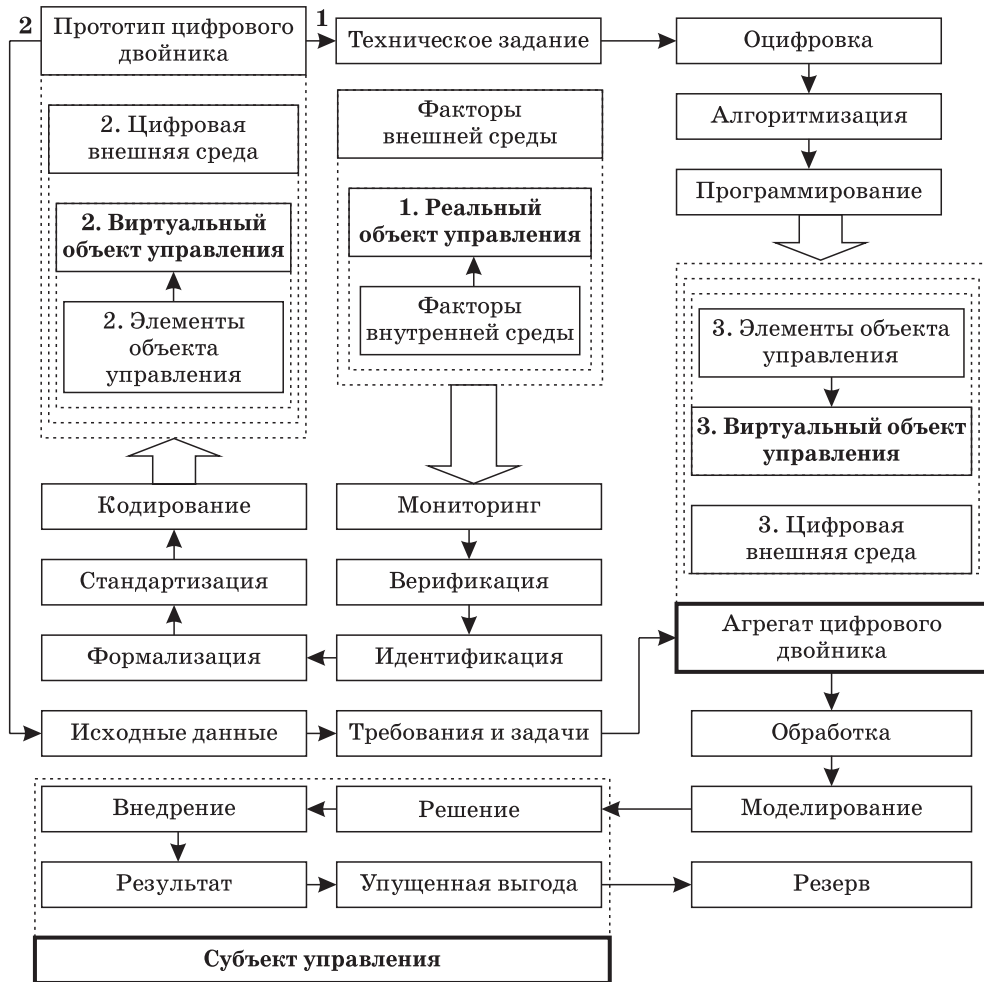


Рис. 8. Компоненты и процессы создания и использования цифрового двойника УЦЦП
Fig. 8. Components and processes of creating and using a VSCM digital twin

Уточнение функций специалистов (владельцев процессов), использующих цифровой двойник УЦЦиП

Процессный подход к УЦЦиП, кроме прочего, предполагает идентификацию специалистов, являющихся владельцами процессов [8], которые имеют непосредственное отношение к использованию цифрового двойника. Решить данную задачу можно с помощью следующих классификационных признаков и дихотомий: «стадия разработки управленческого решения»: сопровождение, символ «0», и обоснование, символ «1», а также «результат выполнения функций владельца процесса»: однозначный, символ «0», и неоднозначный, символ «1». Совместное использование данных признаков и дихотомий позволяет установить следующих владельцев процессов цифрового УЦЦиП: оператор, код «00»; субъект управления, код «01»; исследователь, код «10»; и аналитик, код «11» (рис. 9).

Информация рис. 9 обеспечивает разграничение функций, выполняемых владельцами процессов цифрового УЦЦиП (рис. 10).

Стадия разработки управленческого решения		
	Сопровождение (0)	Обоснование (1)
Результат выполнения функций владельца процесса	Однозначный (0) Оператор (00)	Субъект управления (01)
	Неоднозначный (1) Исследователь (10)	Аналитик (11)

Рис. 9. Классификация специалистов (владельцев процессов),
использующих цифровой двойник УЦЦП

Fig. 9. Classification of specialists (process owners) using the VSCM digital twin

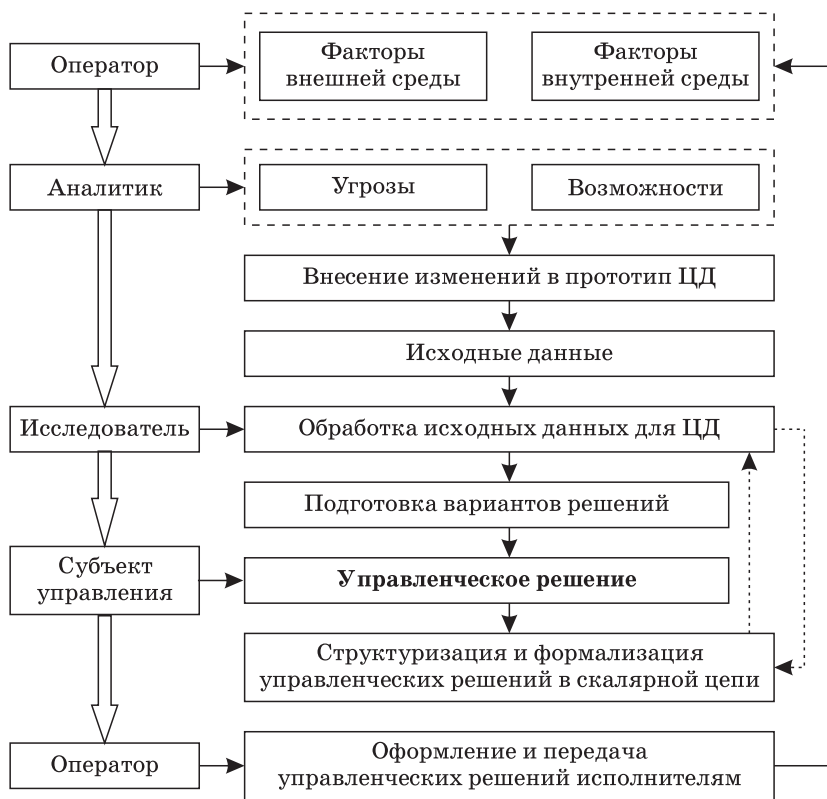


Рис. 10. Функции специалистов (владельцев процессов),
использующих цифровой двойник УЦЦП

Fig. 10. Functions of specialists (process owners) using the VSCM digital twin

Информация рис. 10 позволяет сделать следующие выводы:

- оператор отслеживает факторы внешней и внутренней среды объекта управления (звена ЦЦиП). Кроме того, в функции оператора входит доведение информации о данных факторах аналитику, а также оформление и передача управленческих решений, принятых субъектом управления, их непосредственным исполнителям;
- в функции аналитика входят процессы оценки угроз и возможностей [3] со стороны факторов внешней и внутренней среды, внесение изменений в прототип цифрового двойника, а также подготовка исходных данных для их использования в цифровом двойнике УЦЦиП;
- на основе полученных исходных данных исследователь с помощью цифрового двойника УЦЦиП готовит варианты управленческих решений;
- субъект управления принимает конкретные управленческие решения и при содействии исследователя формализует и структурирует их по скалярной цепи и уровням управления.

Данное распределение функций и владельцев процессов является предварительным, поскольку до сих пор не создан прототип цифрового двойника УЦЦиП, учитывающий специфические черты физических и нефизических субъектов и объектов. Однако уже сегодня можно сказать, что процессный подход к УЦЦиП в будущем не только сохранит актуальность, но и получит дальнейшее развитие.

Дискуссия

Результаты, полученные в данной статье, требуют плодотворных дискуссий, касающихся следующих аспектов процессного подхода к УЦЦиП:

- совершенствование терминологии управления с ориентацией на создание иерархически упорядоченной структуры терминов, сформированной с помощью научно обоснованных идентификационных рядов [2], подобных числовым рядам при идентификации физических объектов;
- разработка методологии идентификации, верификации, формализации, стандартизации и кодирования нефизических объектов УЦЦиП, необходимой для создания прототипов цифровых двойников, включающих как физические, так и нефизические объекты УЦЦиП;
- исследование аспектов обработки информации, алгоритмизации и программирования, обеспечивающих использование искусственного интеллекта в цифровых двойниках УЦЦиП;
- перспективы не только разработки управленческих решений в ЦЦиП, но и структуризации, формализации и стандартизации данных решений с последующей их передачей исполнителям в рамках организационной структуры управления не только звеном, но и ЦЦиП в целом.

Заключение

Вклад полученных результатов в теорию обусловлен определением новых аспектов процессного подхода к УЦЦиП, касающихся деления его объектов на физические и нефизические объекты; обоснования процессов, выполняемых не только цепей поставок, но и цепей ценности; использования методологии исследования нефизических объектов УЦЦиП, включающей терминологический анализ, дескрипторный и фасетный методы качественного исследования; а также создания предпосылок для внедрения искусственного интеллекта при управлении нефизическими объектами УЦЦиП.

Вклад данных результатов в практику подтверждается возможностью создания прототипа цифрового двойника УЦЦиП, способного идентифицировать, верифицировать, формализовать, стандартизировать и кодировать нефизические объекты

УЦЦиП с последующим проектированием экземпляров и агрегата цифрового двойника, обеспечивающих разработку управленческих решений в ЦЦиП, отличающихся минимальной упущенной выгодой в условиях конкуренции с аналогичными цепями.

Будущие исследования будут посвящены изучению теоретических и методических аспектов создания прототипа цифрового двойника УЦЦиП, включая его структуру, принципы достижения конечного результата, обработку информации, алгоритмизацию, особенности искусственного интеллекта, связанные с исследованием нефизических объектов УЦЦиП. Основным ориентиром исследований должны стать, во-первых, демоверсия прототипа цифрового двойника УЦЦиП, позволяющая продемонстрировать его потенциал и привлечь инвесторов и, во-вторых, техническое задание на проектирование его экземпляров и агрегата.

Литература

1. Тяпухин А.П., Старков Д.А. Процессный подход к цифровому управлению цепями ценности и поставок // Управленческое консультирование. 2025. № 2. С. 75–92. EDN IVNFJM
2. Тяпухин А.П., Стародубцев В.С. Методология цифровизации управления цепями поставок : монография. М. : Русайнс, 2024.
3. Bohtan A., Vrat P., Vij A.K. Supply chain of the Indian public distribution system: a new paradigm // Journal of Advances in Management Research. 2017. Vol. 14. N 1. P. 110–123.
4. Burgess R. Avoiding supply chain management failure: Lessons from business process reengineering // International Journal of Logistics Management. 1998. Vol. 9. N 1. P. 15–23.
5. Janusz K. Decision Support Methods in Modern Transportation Systems and Networks // Lecture Notes in Networks and Systems. 2017. Vol. 208. N 25. P. 367–389.
6. Lamming R., Hampson J. The environment as a supply chain issue // British Journal of Management. 1996. N 7. P. 45–62.
7. Salvini G., Hofstede G. J., Verdouw C. N., Rijswijk K., Klerkx L. Enhancing digital transformation towards virtual supply chains: a simulation game for Dutch floriculture // Production Planning & Control. 2020. Vol. 33. N 13. P. 1252–1269.
8. Simatupang T.M., Sridharan R. Design for supply chain collaboration // Business Process Management Journal. 2008. Vol. 14. N 3. P. 401–418.
9. Tao F., Sui F., Liu A., Qi Q., Zhang M., Song B., Nee A. Y. C. Digital twin-driven product design framework // International Journal of Production Research. 2019. Vol. 57. N 12. P. 3935–3953.
10. Tyapukhin A.P. A Systematic Approach to Substantiating Chain Management Structures in Businesses, chapter 5 // Nelson W. D. Advances in Business and Management, 2022. December. Vol. 20. USA: Nova Science Publishers, Inc. P. 16–191.
11. Tyapukhin A.P. Theoretical prerequisites for designing a digital twin of Value Chain Management // International Journal of Value Chain Management. 2024. Vol. 15. N 1. P. 15–40.
12. Vargo S.L., Lusch R.F. Service-dominant logic: Continuing the evolution // Journal of the Academy of Marketing Science. 2008. Vol. 36. N 1. P. 1–10.
13. Zairi M. Best practice in supply chain management: the experience of the retail sector // European Journal of Innovation Management. 1998. Vol. 1. N 2. P. 59–66.
14. Zeithaml V.A. Consumer perceptions of price, quality and value: A means-end model and synthesis of evidence // Journal of Marketing. 1988. Vol. 52. N 3. P. 2–22.

Об авторах:

Тяпухин Алексей Петрович, профессор, профессор кафедры цифровой экономики и логистики Оренбургского филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (Оренбург, Российская Федерация), доктор экономических наук; aptyapuhin@mail.ru

Старков Дмитрий Александрович, директор по развитию ПАО «Гидропресс» (Оренбург, Российская Федерация), кандидат экономических наук; dm.starkov56@yandex.ru

References

1. Tyapukhin A. P., Starkov D. A. A Process Approach to Digital Value Supply Chain Management // Administrative Consulting [Upravlencheskoe konsul'tirovanie]. 2025. N 2. P. 75–92. (In Russ.) EDN: IVNFJM

2. Tyapukhin A. P., Starodubcev V. S. Methodology for digitalization of supply chain management. M. : Ruscience, 2024. (In Russ.)
3. Bohtan A., Vrat P., Vij A. K. Supply chain of the Indian public distribution system: a new paradigm // Journal of Advances in Management Research. 2017. Vol. 14. N 1. P. 110–123.
4. Burgess R. Avoiding supply chain management failure: Lessons from business process reengineering // International Journal of Logistics Management. 1998. Vol. 9. N 1. P. 15–23.
5. Janusz K. Decision Support Methods in Modern Transportation Systems and Networks // Lecture Notes in Networks and Systems. 2017. Vol. 208. N 25. P. 367–389.
6. Lamming R., Hampson J. The environment as a supply chain issue // British Journal of Management. 1996. N 7. P. 45–62.
7. Salvini G., Hofstede G. J., Verdouw C. N., Rijswijk K., Klerkx L. Enhancing digital transformation towards virtual supply chains: a simulation game for Dutch floriculture // Production Planning & Control. 2020. Vol. 33. N 13. P. 1252–1269.
8. Simatupang T. M., Sridharan R. Design for supply chain collaboration // Business Process Management Journal. 2008. Vol. 14. N 3. P. 401–418.
9. Tao F., Sui F., Liu A., Qi Q., Zhang M., Song B., Nee A. Y. C. Digital twin-driven product design framework // International Journal of Production Research. 2019. Vol. 57. N 12. P. 3935–3953.
10. Tyapukhin A. P. A Systematic Approach to Substantiating Chain Management Structures in Businesses, chapter 5 // Nelson W. D. Advances in Business and Management, 2022. December. Vol. 20. USA: Nova Science Publishers, Inc. P. 16–191.
11. Tyapukhin A. P. Theoretical prerequisites for designing a digital twin of Value Chain Management // International Journal of Value Chain Management. 2024. Vol. 15. N 1. P. 15–40.
12. Vargo S. L., Lusch R. F. Service-dominant logic: Continuing the evolution // Journal of the Academy of Marketing Science. 2008. Vol. 36. N 1. P. 1–10.
13. Zairi M. Best practice in supply chain management: the experience of the retail sector // European Journal of Innovation Management. 1998. Vol. 1. N 2. P. 59–66.
14. Zeithaml V. A. Consumer perceptions of price, quality and value: A means-end model and synthesis of evidence // Journal of Marketing. 1988. Vol. 52. N 3. P. 2–22.

About the authors:

Alexey P. Tyapukhin, Professor, Professor of the Department of Digital Economics and Logistics of the Orenburg Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (Orenburg, Russian Federation), Doctor of Economics; aptyapuhin@mail.ru

Dmitry A. Starkov, Director of Development of PJSC Hidropress (Orenburg, Russian Federation), Candidate of Economic Sciences; dm.starkov56@yandex.ru

Поступила в редакцию: 15.10.2024

Поступила после рецензирования: 10.11.2024