

ISSN 2523-4714
УДК 658.7.01+330.46

О. В. Мясникова

Институт бизнеса БГУ, Минск, Беларусь

СПИРАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ И СЦЕНАРИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ХОДЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Рассматриваются проблемы методологических подходов к управлению трансформационными процессами в производственно-логистических системах. Раскрываются вопросы сущности процесса и организационно-исполнительного механизма цифровой трансформации производственно-логистических систем. Предложена спиральная модель изменения производственно-логистических систем в ходе цифровой трансформации. Выполнен SWOT-анализ развития производственно-логистических систем инструментами цифровых технологий. Описаны базовые стратегические альтернативы развития систем. Разработан комплекс стратегий формирования производственно-логистических систем, которые обеспечивают переход к цифровой системе. Сформулированы четыре сценария изменения производственно-логистических систем в результате осуществления трансформационных процессов.

Ключевые слова: цифровая экономика, цифровая трансформация, производственно-логистическая система, управление, устойчивое развитие, теоретико-методические подходы, сценарный подход, стратегии

Для цитирования: Мясникова, О. В. Спиральная модель и сценарии изменения производственно-логистических систем в ходе цифровой трансформации / О. В. Мясникова // Бизнес. Инновации. Экономика : сб. науч. ст. / Ин-т бизнеса БГУ. – Минск, 2022. – Вып. 6. – С. 229–238.

O. Miasnikova

School of Business of BSU, Minsk, Belarus

SPIRAL MODEL AND SCENARIOS OF PRODUCTION-LOGISTICS SYSTEMS CHANGING DURING DIGITAL TRANSFORMATION

The work is devoted to the development of methodological approaches to the management of transformational processes in production and logistics systems. The questions of the essence of the process and the organizational and executive mechanism of digital transformation of production-logistics systems are revealed. A spiral model for changing production-logistics systems in the course of digital transformation is proposed. SWOT-analysis of production-logistics systems development with digital technology tools has performed. Basic strategic alternatives of systems development have described. A set of strategies has been developed for the formation of production and logistics systems that ensure the transition to a digital system. Four scenarios for changing production-logistics systems as a result of the implementation of transformation processes have formulated.

Keywords: digital economy, digital transformation, production and logistics system, management, sustainable development, theoretical and methodological approaches, scenario approach, strategies

For citation: Miasnikova O. Spiral model and scenarios of production-logistics systems changing during digital transformation. *Biznes. Innovatsii. Ekonomika = Business. Innovations. Economics*. Minsk, 2022, iss. 6, pp. 229–238 (in Russian).

Введение

Настоящая статья является продолжением серии публикаций о теоретических и методических аспектах формирования производственно-логистических систем (ПЛС) как систем особого типа в условиях перехода к цифровой экономике. Им присуще объединение в пределах цикла

производства различных звеньев, обеспечивающих движение материальных, сервисных и сопутствующих потоков от источников исходного сырья до конечного потребителя, формирование из них цепи создания ценности, а также единый процесс управления потоками в целях придания им требуемых параметров [1].

Нами разработаны теоретико-методологические основы цифровой трансформации (ЦТ) ПЛС, включая концепцию ЦТ ПЛС [8], подходы к формированию ПЛС «Умного производства», ее трансформации в социокиберфизическую систему [7], модель влияния технологий цифровой экономики на базовые элементы ПЛС [5]. На их основе разрабатываются стратегические решения формирования адаптивных ПЛС [6; 7], стратегии и тактика ЦТ ПЛС [8] как методические подходы к управлению цифровыми преобразованиями систем.

Вместе с тем проблема управления ЦТ ПЛС остается нерешенной и требует дальнейшего развития. В данной статье поставлена цель описать спиральную модель и предложить сценарии изменения производственно-логистических систем в ходе цифровой трансформации.

Для этого в статье решаются задачи, направленные на раскрытие сущности процесса и организационно-исполнительного механизма ЦТ ПЛС, разработку спиральной модели изменения ПЛС, выполнения SWOT-анализа развития ПЛС инструментами цифровых технологий и базовых стратегических альтернатив развития, создание сценариев изменения ПЛС в ходе цифровой трансформации.

Методами исследования являются анализ, синтез, аналогия, абстракция, моделирование. Актуальность исследования определяется тем, что установленные закономерности развития ПЛС, результаты анализа и разработок могут использоваться в управлении ЦТ ПЛС. Предложенные сценарии изменения ПЛС могут применяться в дальнейшем при моделировании и разработке программы ЦТ предприятиями различного уровня цифровой зрелости, масштабов производства и роли в цепях поставок.

Результаты и их обсуждение

Организационно-исполнительный механизм цифровой трансформации производственно-логистических систем. Звенья ПЛС образуют сложную, динамичную, открытую, адаптивную систему с обратной связью. Они осуществляют работу скоординировано для максимального удовлетворения потребности рынка в конкретном товаре, информации о товаре, возможностях его приобретения. Как система адаптивная ПЛС реагирует на возмущения внешней среды и изменяет внутреннюю – бизнес-модель, корпоративную культуру, продукты, процессы и операции, каналы коммуникаций.

Высокая значимость выживания системы в сверхдинамичной и кризисной среде приводит нас к необходимости сочетания изменений малыми шагами и радикальных трансформаций. Последние позволяют осуществлять преобразование структур, форм и способов, целевой направленности деятельности ПЛС за счет освоения инновационных и цифровых технологий. Результатом таких изменений будет создание цифровой ПЛС, где бизнес-модели, жизненные циклы и бизнес-процессы построены на первичности цифрового представления ее основных продуктов и услуг. Понимая ЦТ ПЛС как фундаментальное переосмысление, мы связываем постоянную перестройку ПЛС в цифровую систему с преобразованием ее элементов для придания надежности и устойчивости взаимодействий производителей и исполнителей логистических процессов в цепях создания ценности, цепях поставок.

ЦТ ПЛС как радикальное перепроектирование системы, ее звеньев, подсистем, элементов и связей между ними реализуется путем внедрения в нее цифровых технологий и инструментов вследствие изменения бизнес-модели.

Организационно-исполнительный механизм ЦТ ПЛС формируется для осуществления процессов изменений (развития) и управления ими. При формировании указанного механизма решаются задачи создания органа управления ЦТ (штаб, офис, отдел), определения его роли и полномочий, ответственности и бюджета, а также создаются подсистемы управления результативностью ЦТ, включая механизмы расчета целевых показателей и отчетов по ходу исполне-

ния программы, ее корректировки, вознаграждения и санкций по итогам этапов ЦТ. Механизм ЦТ в себя включает методическое, ресурсное и инфраструктурное обеспечение процессов преобразований.

Трансформация ПЛС организуется путем подбора совокупности действий, вызывающих целенаправленное закономерное изменение свойств (формы), связей (структуры) и внутренней упорядоченности (организации) ПЛС на базе выбора и построения того варианта ее архитектуры, которая обеспечит наименьший разрыв между реальным и желаемым уровнем характеристик системы.

Описание слоев системы, ее проектирование, создание и функционирование связывается нами с пришедшей на смену классического математического моделирования экономических систем технологией цифровых двойников (Digital Twin). Цифровой двойник (ЦД) выступает программным аналогом материального объекта и позволяет осуществлять их виртуальное моделирование и оптимизацию. ЦД продукции или услуги описывает их содержание, а ЦД процесса производства или оказания услуги описывает комбинации объемов необходимых ресурсов различной природы (материальные, информационные, интеллектуальные, человеческие), и порядок выполнения тех или иных операций, необходимых для преобразования ресурсов в готовые изделия.

В свою очередь, мы считаем, что создание ЦД процесса трансформации системы позволит иметь описание свойств, связей и внутренней упорядоченности элементов ПЛС и их промежуточного состояния на каждом шагу осуществления программы цифровой трансформации. Кроме того, ЦД процесса трансформации зафиксирует набор инструментов и позволит моделировать различное их сочетание для наиболее эффективного применения. Степень эффективности решения задач определяется ростом ряда показателей устойчивости, адаптивности, гибкости и эффективности работы системы. В этой связи выбор методов изменения системы включает в себя решения о сохранении объекта (процесс, подсистема, звено) или свойств объекта, его модернизацию для улучшения свойств, изменение свойств группы объектов в целях сбалансирования системы, устранение объекта в силу неадекватности его новым задачам системы. В ходе трансформации происходит освоение нововведений, повышающих степень, в которой ПЛС определена, управляема, измерима, контролируема и результативна, т. е. достигается требуемый уровень эффективности преобразования входящих потоков в конечный результат.

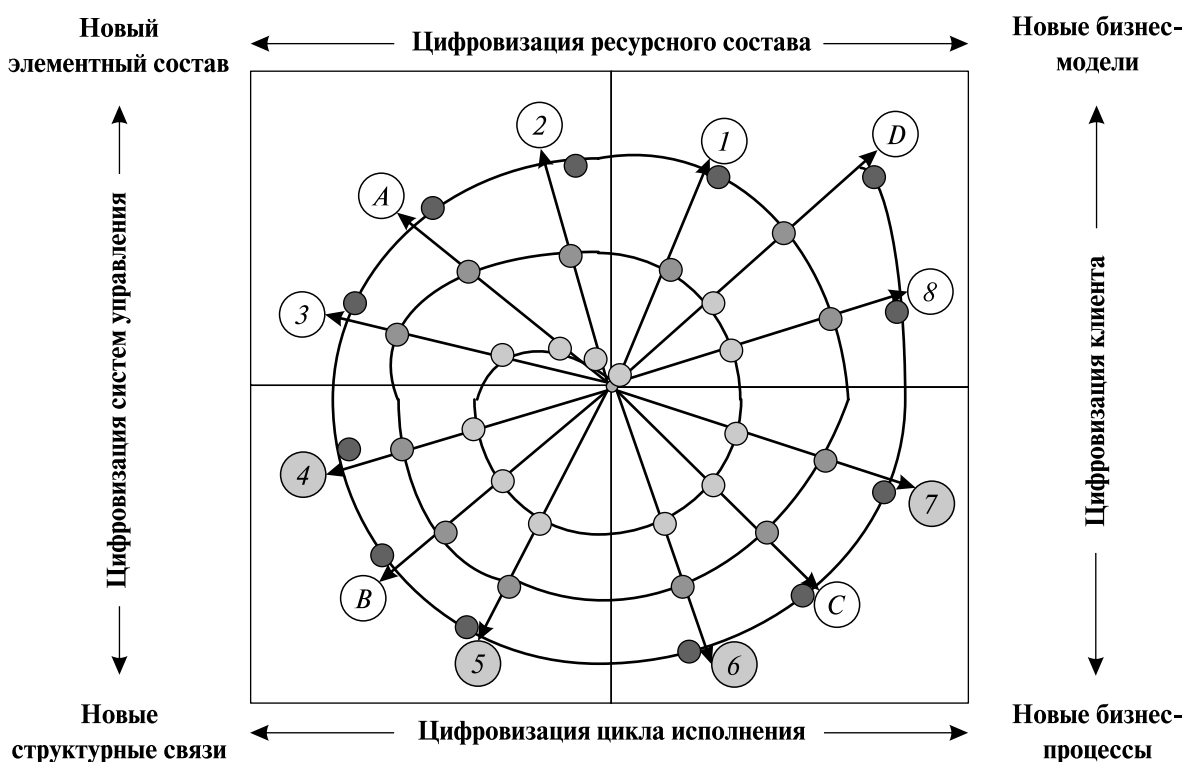
Спиральная модель цифровой трансформации. Спиральная модель цифровой трансформации отражает последовательность этапов поступательного движения ПЛС по пути ее перестройки в цифровую систему. Модель разработана нами исходя из законов системогенеза – системного наследования, инвариантности и цикличности развития, спиральности развития, необходимого наследственного разнообразия [9].

Развитие ПЛС предусматривает в каскаде наследования переход жизнеспособных, адекватных элементов системы предыдущего поколения в продуцируемую новую систему, что обеспечивает подобие (сходства, конгруэнтность) между ними. Наличие разнообразия скоростей процессов развития и функционирования приводит нас к пониманию неоднородности, неравномерности и асимметрии развития ПЛС различного уровня иерархии. Структуру цикла развития мы рассматриваем в форме сходящейся спирали со сжатием системного времени, с увеличивающейся скоростью развития и со сжатием цикла развития по мере движения по конической спирали и повторением этапов и процессов цикла на более высоком организационном уровне и с ускорением. Цикл как «волна» изменения соотношений между инвариантной и изменчивой частью системы имеет длину, которая с увеличением инвариантной части и инерционности системы увеличивается. Разрешение кризиса происходит в зоне системного расхождения направления развития ПЛС. Наследственный механизм обеспечивает устойчивость и инерционность системы, передачу накопленного опыта в форме структуры системы, иерархии наследственных элементов. Механизм накопления информации «из будущего» выполняет функцию нарушения устойчивости системы, генерирует обновления в рамках системной ниши, определяющей направления прогрессивной эволюции системы.

Именно вышестоящая надсистема задает направления развития, «спуская» его на системный уровень по «системной вертикали». Потенциал генерации изменчивости в системе в рамках

разрешенного «коридора развития» определяется границами системной ниши в рамках надсистемы. При этом изменчивость системы подчиняется парным законам специализации и универсализации, дивергирования (роста разнообразия) и конвергирования (сокращения разнообразия). Следует учитывать также большую инертность надсистемы. Изменчивость системы реализуется в определенных рамках, допускаемых адаптационными процессами и организацией надсистемы. Инновационный процесс как процесс ноогенезиса носит дискретный, обычно циклический характер, тесно связанный с жизненным циклом нововведения и направленный на трансформацию имеющегося, с неизбежным риском неоптимальности или даже нежизнеспособности предлагаемого, с ревизией устаревших норм и ролей, а нередко и с их заменой. Идея преобразуется в прототип. Его «вживлению» в конкретный элемент внешней среды способствует в свою очередь инфраструктура потенциально восприимчивая, способная принять и реализовать инновацию. Контрдифференциация – преодоление системных противоречий, новое усложненное состояние системы, способное к дальнейшему развитию, – возникает в ответ на инновационные решения в надсистеме и сопровождается возрастанием интенсивности «старения» опыта системы. В этой связи следует говорить о механизме двухканального управления развитием ПЛС: «от прошлого» с отставанием и «от будущего» с опережением.

Нами выделены направления цифровой трансформации [7], которые реализуются через стратегию и проекты ЦТ ПЛС [8]. *Спиральная модель цифровой трансформации* отражает последовательность этапов перестройки ПЛС в цифровую систему (см. рисунок).



- A* – социок cyberфизическая система; *B* – виртуализация производства;
C – сетевое производство; *D* – цифровой бизнес;
1 – цифровые услуги; *2* – гибкие системы; *3* – взаимосвязанные устройства;
4 – цифровые коммуникации; *5* – мультиагентный подход;
6 – цифровые платформы; *7* – кастомизированный продукт; *8* – цифровые процессы

Спиральная модель цифровой трансформации производственно-логистических систем
 Источник: разработано автором.

Spiral model of production-logistics systems digital transformation

Source: author's developed.

Цифровизация ресурсного состава системы позволит сформировать новый элементный состав ПЛС, включая взаимосвязанные устройства, гибкие системы, цифровые процессы. Результатом реализации стратегии являются повышение производительности оборудования, исключение человеческого фактора, снижение трудоемкости обработки, снижение запасов, применение передовых технологий, быстрая переналадка.

Цифровизация систем управления нацелена на создание новых структурных связей и выстраивание виртуального производства с цифровой коммуникацией и мультиагентным подходом к управлению. Результатом реализации стратегии являются оптимальное распределение нагрузки на персонал; автоматическое управление на основе смарт-контрактов; машинный сбор, аналитика данных; удаленный доступ, мобильная совместная работа, безбумажный документооборот, доступ к данным «единой истины».

Цифровизация цикла исполнения обеспечивает преобразование бизнес-процессов, развивая мультиагентный подход, и выводит производство на сетевой уровень на базе цифровых платформ. Результатом реализации стратегии являются единые стандарты качества, эффективный подбор исполнителей, удаление посредников из цепочки поставок или серии транзакций, поддержка жизненного цикла продукта.

Цифровизация клиента и его участие в «сотворении» продукта или цифровой услуги приводят к освоению новых моделей цифрового бизнеса, которые, в свою очередь, потребуют нового витка развития. Результатом реализации стратегии являются новые продукты и услуги, новые бизнес-модели и модели монетизации, новые клиенты и каналы, соучастие потребителя в разработке, повышение скорости реагирования, сокращение времени выхода на рынок, повышение скорости проектирования, виртуальные модели и эксперименты, «резерв» поколений моделей, дизайн контрактных продуктов и контрактное производство.

Сценарии цифровой трансформации ПЛС. При формировании сценариев цифровой трансформации ПЛС мы опираемся на содержательную интерпретацию понятий «цифровая система» и «цифровое производство», а также содержание набора условий, в которых происходит освоение цифровых технологии, последствий и рисков их применения.

Анализ перспектив развития ПЛС инструментами цифровых технологий представлен в табл. 1. Исходя из результатов SWOT-анализа нами сформулированы базовые стратегические альтернативы развития ПЛС (табл. 2).

Таблица 1

SWOT-анализ развития производственно-логистических систем инструментами цифровых технологий

Table 1

SWOT-analysis of production-logistics systems development with digital technology tools

Факторы внешней среды	
<p><i>Возможности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – технологии V и IV уклада, безотходные, ресурсосберегающие; – создание и использование цифровых активов, двойников и теней в проектировании товаров; – повышение скорости коммуникации; – принятие решений на основе цифрового моделирования, анализа больших данных; – роботизация производства и логистики; – безбумажное производство и логистика; – точное прогнозирование, предиктивная аналитика, данные «единой истины» в облаках; – управление на основе данных, по единым стандартам, интегрировано в сети; – роботизация рутинных управленческих процессов, искусственный интеллект, нейронные сети 	<p><i>Угрозы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – нехватка персонала и компетенций, безработица управленческого звена; – устаревание и несостыковка ИТ-систем; – рост затрат на хранение неиспользуемых, некорректных, излишних данных; – двойное хранение данных: в цифре и на бумажных носителях из-за угрозы потери; – остановка процессов и потери данных из-за сбоев энергоснабжения; – потеря контроля, недоверие к решениям из-за непонимания/некорректности алгоритмов искусственного интеллекта; – потеря управляемости из-за потери интернет-связи, угрозы кибербезопасности; – срывы производства из-за разрыва/сбоя цепи поставок

Окончание табл. 1
Ending of the table 1

Факторы внутренней среды	
<p><i>Сильные стороны:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – наличие компетентного персонала, системы обучения; – высокоскоростной доступ в Интернет; – роботы, автоматизированные системы в производстве и логистике; – оборудование с индикаторами, чипами, сенсорами; – комплекс ИТ-систем; – системы менеджмента качества, системы КРІ и оценки эффективности 	<p><i>Слабые стороны:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – низкая цифровая компетентность персонала; – низкое качество связи Интернета; – ручной труд в производстве и логистике; – оборудование без сенсоров; – разрозненные ИТ-системы; – слабо применяется экономико-математическое моделирование и прогнозирование; – нет целостной системы КРІ и оценки эффективности

Источник: разработано автором.

Source: author's developed.

Таблица 2

Базовые стратегические альтернативы развития производственно-логистических систем

Table 2

Basic strategic alternatives of production-logistics systems development

		Факторы внешней среды	
		Возможности	Угрозы
Факторы внутренней среды	Сильные стороны	<p><i>Поле СИВ «Сила для отдачи возможностей»:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – создать цифровую систему разработки продукции; – создать социокиберфизические системы; – сформировать цифровую платформу для интеграции в гибкую сеть; – создать экосистему цифровой трансформации; – внедрить совместное управление цепями поставок; – создать систему контроля и управления процессами на протяжении жизненного цикла изделия; – создать цепь поставок замкнутого цикла; – использовать бизнес-модель «Производство как сервис», контрактное производство 	<p><i>Поле СИУ «Сила для устранения угрозы»:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – обучить и переобучить персонал; – работать с надежным провайдером, приобретать программное обеспечение; – резервировать, делать бумажные копии критически важных данных; – обеспечить интероперабельность, интеграцию ИТ-систем; – управлять кибербезопасностью; – обеспечить резервное энергоснабжение; – организовать машинный сбор данных; – использовать системы обработки больших данных; – внедрить системы автоматического подбора поставщиков, контрактного производства
	Слабые стороны	<p><i>Поле СЛВ «Преодоление слабостей»:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – оцифровать процессы, активы, продукты; – оборудовать активы сенсорами и датчиками; – внедрить робототехнику; – покупать «коробочные» и облачные решения, не требующие адаптации и техподдержки собственным персоналом; – выполнить интеграцию ИТ-систем и обеспечить интероперабельность ее элементов; – разработать системы КРІ и оценки эффективности; – наладить сбор, хранение, обработку и визуализацию данных 	<p><i>Поле СЛУ «Объекты реформирования»:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнить подбор и найм квалифицированного персонала; – создать интегрированную и интероперабельную ИТ-систему; – организовать безбумажный документооборот, резервирование; – сформировать социокиберфизические системы на базе продвинутой робототехники, промышленного Интернета вещей, охвата оборудования сенсорами и датчиками; – создать систему цифрового моделирования, прогнозирования, управления производством, основанную на данных

Источник: разработано автором.

Source: author's developed.

Формирование ПЛС для цифровой экономики предусматривает реализацию инновационных решений в рамках:

- стратегии построения социокиберфизических систем, обеспечения безлюдного производства и создания гибкой и адаптивной системы взаимосвязанных устройств;
- стратегии виртуализации производства, выстраивания цифровых коммуникаций и обеспечения мультиагентного подхода к построению и управлению производственных и логистических звеньев в цепях поставок;
- стратегии формирования на базе цифровых платформ сетевого производства, сетей поставок и замкнутых производственно-логистических систем циркулярной экономики;
- стратегии формирования цифрового бизнеса, вовлечения клиента в создание кастомизированных продуктов, выхода на рынок с цифровыми услугами, выстраивания цифровых процессов.

Реализация четырех стратегий формирования ПЛС для цифровой экономики в комплексе позволит сформировать промежуточные системы (социокиберфизическую, виртуального и сетевого производства) и в конечном итоге создать полномасштабную цифровую ПЛС.

В табл. 3 раскрывается сущность четырех *сценариев изменения ПЛС*, которые в ходе цифровой трансформации обеспечивают последовательное наращивание цифровой зрелости системы.

Таблица 3

Сценарии изменения производственно-логистических систем в ходе цифровой трансформации

Table 3

Scenarios of changes in production-logistics systems during digital transformation

Вариант сценария	Краткое описание	Характеристика
Сценарий 1 «Создание цифрового базиса системы»	Предполагает последовательное приобретение технологий в целях оцифровки продукции, процессов, активов, покупку «коробочных» и облачных ИТ, приобретение робототехники, оборудование активов сенсорами и датчиками, организацию безбумажного документооборота, машинного сбора, облачного хранения данных и резервирования данных	<i>Преимущества:</i> – незначительные инвестиции; – высокая степень готовности решений; – решения, не требующие адаптации и техподдержки собственным персоналом; – сокращение рисков освоения; – постепенная отладка решений. <i>Недостатки:</i> – длительность освоения технологий; – разрозненные точечные внедрения, отсутствие системности
Сценарий 2 «Интеграция технологий»	Предполагает последовательное приобретение и интеграцию технологий базового сценария для создания социокиберфизической системы на базе продвинутой робототехники, промышленного Интернета вещей, интегрированной ИТ-системы менеджмента, систему цифрового моделирования, прогнозирования, управления производством, основанную на данных	<i>Преимущества:</i> – постепенное повышение цифровой зрелости системы; – синергетический эффект от интеграции технологий; – сокращение издержек, повышение надежности и скорости работы производства; – обеспечение интероперабельности ИТ-системы. <i>Недостатки:</i> – сложность сопряжения унаследованных систем; – длительность освоения технологий
Сценарий 3 «Расширение и масштабирование технологий в цепях поставок»	Предполагает после интеграции базовых технологий последовательное расширение сферы их применения с выходом на системы контроля и управления процессами на протяжении жизненного цикла изделия и управления цепями поставок через удаленный доступ, мобильную	<i>Преимущества:</i> – совместное и интегрированное управление цепями поставок; – роботизация рутинных управленческих процессов, надежность исполнения смарт-контрактов; – искусственный интеллект, нейронные сети дают нестандартные решения и преимущества на рынке.

Окончание табл. 3
Ending of the table 3

Вариант сценария	Краткое описание	Характеристика
	совместную работу на основе смарт-контрактов и системы автоматического подбора поставщиков	<i>Недостатки:</i> – сложность технологий; – снижение доверия к решениям из-за непонимания / некорректности алгоритмов искусственного интеллекта; – высокие риски сбоев из-за сбоев энергоснабжения и связи
Сценарий 4 «Продвинутый уровень создания цифровых экосистем и платформ»	Предполагает после интеграции и расширения сферы применения цифровых технологий создание цифровых экосистем и цифровых платформ, работу по бизнес-модели «Производство как сервис», организацию сети исполнителей контрактного производства, вовлечение клиента в создание товаров, цифровые виртуальные модели и эксперименты	<i>Преимущества:</i> – системы высокой цифровой зрелости; – интеграция исполнителей в гибкую сеть исходя из потребностей клиента; – цифровые модели и эксперименты дают высокую скорость выхода на рынок; – высокая степень кастомизации продукта. <i>Недостатки:</i> – сложность поддержания работоспособности цифровых платформ; – сложность цифровых двойников продуктов и процессов, цифровых «теней» и масштаб данных требуют внедрять алгоритмы «Big Data» и резервирования

Источник: разработано автором.

Source: author's developed.

Следует отметить, что каждый сценарий вбирает в себя решения предыдущего уровня и расширяет масштабы и последствия применения технологических решений.

Заключение

Цифровая трансформация ПЛС связана с комплексным и системным освоением инновационных и цифровых технологий.

Последовательность этапов поступательного движения ПЛС по пути ее перестройки в цифровую систему описана исходя из законов системогенеза – системного наследования, инвариантности и цикличности развития, спиральности развития, необходимого наследственного разнообразия. Определение ключевых стратегий формирования ПЛС мы будем основывать, с одной стороны, на ретроспективном анализе, дабы выделить наследуемые элементы, а с другой – на анализе перспектив освоения инновационных решений, цифровых технологий и инструментов.

Спиральная модель цифровой трансформации отражает порядок цифровизации элементов системы и увязывает их со стратегиями построения социкиберфизических систем, виртуализации производства, формирования на базе цифровых платформ сетевого производства, формирования цифрового бизнеса.

Выполненный SWOT-анализ и сформулированные базовые стратегические альтернативы развития ПЛС дополняют решения спиральной модели. Полученные результаты в совокупности позволили выделить четыре сценария изменения ПЛС, которые могут применять в ходе цифровой трансформации предприятия различного уровня цифровой зрелости и масштабов производства.

Используя технологию цифровых двойников для процесса трансформации можно зафиксировать описание слоев системы, параметры функционирования, проекты ее реструктуризации,

набор технологических решений и инструментов, что также позволит моделировать различные их сочетания для оптимального применения.

Создание и реализация сценариев ЦТ ПЛС в соответствии с представленными методологическими подходами и моделью позволяет преобразовывать системы для придания им нового функционала и возможностей, благодаря этому произойдет адаптация и гибкое реагирование на требования цифровой экономики.

Список использованных источников

1. Мясникова, О. В. Развитие производственно-логистических систем: теория, методология и механизмы цифровой трансформации / О. В. Мясникова. – Минск : Ин-т бизнеса БГУ, 2021. – 267 с.
2. Мясникова, О. В. Концепция цифровой трансформации производственно-логистических систем в условиях перехода к цифровой экономике / О. В. Мясникова // Экономика. Управление. Инновации. – 2020. – № 2 (8) – С. 46–52.
3. Мясникова, О. В. Принципы формирования производственно-логистических систем в условиях цифровой трансформации экономики / О. В. Мясникова // Бизнес. Инновации. Экономика : сб. науч. ст. / Ин-т бизнеса БГУ. – Минск, 2020. – Вып. 4. – С. 178–185.
4. Мясникова, О. В. Теоретико-концептуальные подходы к формированию производственно-логистической системы «Умного производства» как социокберфизической системы / О. В. Мясникова // Экономика. Управление. Инновации. – 2020. – № 1 (7). – С. 29–35.
5. Мясникова, О. В. Модель влияния технологий цифровой экономики на базовые элементы производственно-логистических систем / О. В. Мясникова // Экономика. Управление. Инновации. – 2021. – № 2 (10). – С. 53–59.
6. Мясникова, О. В. Формирование адаптивных производственно-логистических систем: стратегические решения и инструменты цифровизации / О. В. Мясникова, А. Д. Веренич // Бизнес. Инновации. Экономика : сб. науч. ст. / Ин-т бизнеса БГУ. – Минск, 2021. – Вып. 5. – С. 190–198.
7. Мясникова, О. В. Методологические подходы к обеспечению эффективности процесса цифровой трансформации производственно-логистических систем / О. В. Мясникова // Бизнес. Инновации. Экономика : сб. науч. ст. / Ин-т бизнеса БГУ. – Минск, 2021. – Вып. 5. – С. 175–183.
8. Мясникова, О. В. Стратегия и тактика цифровой трансформации производственно-логистических систем [Электронный ресурс] / О. В. Мясникова // Социальные новации и социальные науки : [электронный журнал]. – 2022. – № 1. – С. 39–49. – Режим доступа: <https://sns-journal.ru/ru/archive/1-6/prostranstvo-diskursa/strategiia-i-taktika-tcifrovoi-transformacii-proizvodstvenno-logisticheskikh-sistem/>. – Дата доступа: 20.06.2022. <https://doi.org/10.31249/snsn/2022.01.03>
9. Субетто, А. И. Системогенетическая теория времени и пространства. Ч. I [Электронный ресурс] / А. И. Субетто // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). – 2016. – № 4 (41). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemogeneticheskaya-teoriya-vremeni-i-prostranstva-chast-i>. – Дата доступа: 07.06.2022.

References

1. Miasnikova O. V. *Development of production and logistics systems: theory, methodology and mechanisms of digital transformation*. Minsk, 2021. 267 p. (in Russian).
2. Miasnikova O. V. The concept of production-logistics systems formation in transition to digital economy. *Ekonomika. Upravlenie. Innovatsii = Economics. Management. Innovations*, 2020, no. 2 (8), pp. 46–52 (in Russian).
3. Miasnikova O. V. Principles of production and logistics systems forming in the conditions of economy digital transformation. *Biznes. Innovatsii. Ekonomika = Business. Innovations. Economics*. Minsk, 2020, iss. 4, pp. 178–185 (in Russian).
4. Miasnikova O. V. Theoretical and conceptual approaches to the formation of the production-logistics system of Smart Manufacturing as a sociocyberphysical system. *Ekonomika. Upravlenie. Innovatsii = Economics. Management. Innovations*, 2020, no. 1, pp. 29–35 (in Russian).
5. Miasnikova O. V. Model of digital economy technologies influence on the basic elements of production and logistics systems. *Ekonomika. Upravlenie. Innovatsii = Economics. Management. Innovations*, 2021, no. 2, pp. 53–59 (in Russian).
6. Miasnikova O. V., Verenich A. D. Adaptive production and logistics systems formation: strategic solutions and digitalization tools. *Biznes. Innovatsii. Ekonomika = Business. Innovations. Economics*. Minsk, 2021, iss. 5, pp. 190–198 (in Russian).

7. Miasnikova O. V. Methodological approaches to ensure effectiveness of production-logistics systems digital transformation process. *Biznes. Innovatsii. Ekonomika = Business. Innovations. Economics*. Minsk, 2021, iss. 5, pp. 175–183 (in Russian).

8. Miasnikova O. V. Strategy and tactics of production-logistics systems digital transformation. *Social'nye novacii i social'nye nauki = Social Novelties and Social Sciences* : [electronic journal], 2022. no. 1, pp. 39–49. Available at: <https://sns-journal.ru/ru/archive/1-6/prostranstvo-diskursa/strategiia-i-taktika-tcifrovoi-transformacii-proizvodstvenno-logisticheskikh-sistem/> (accessed 20 June 2022). <https://doi.org/10.31249/snsn/2022.01.03> (in Russian).

9. Subetto A. I. System genetic theory of time and space. Part I. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemogeneticheskaya-teoriya-vremeni-i-prostranstva-chast-i> (accessed 7 June 2022) (in Russian).

Информация об авторе

Мясникова Ольга Вячеславовна – кандидат экономических наук, доцент; доцент кафедры логистики, Институт бизнеса БГУ, e-mail: miasnikovaov1@gmail.com

Information about the author

Miasnikova O. – PhD in Economic sciences, Associate Professor; associate professor at the Department of logistics, School of Business of BSU, e-mail: miasnikovaov1@gmail.com

Статья поступила в редколлегию 04.10.2022

Received by editorial board 04.10.2022