

---

## СТРАТЕГИЯ И ТАКТИКА ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ



### Мясникова Ольга Вячеславовна

кандидат экономических наук, доцент Института бизнеса Белорусского государственного университета (Минск, Беларусь)  
e-mail: miasnikovaov1@gmail.com<sup>1</sup>

*Аннотация.* Статья посвящена вопросам управления цифровой трансформацией производственно-логистических систем. Выделены стратегии социально-экономической трансформации производственно-логистических систем под влиянием цифровизации. Описаны тактические решения цифровых преобразований производственно-логистических систем. Определены меры по цифровизации отдельных элементов, в том числе ресурсного состава, системы управления и цикла исполнения, процессов взаимодействия с клиентами и партнерами по бизнесу.

*Ключевые слова:* цифровая трансформация; производственно-логистическая система; стратегия; Индустрия 4.0.

**Для цитирования:** Мясникова О.В. Стратегия и тактика цифровой трансформации производственно-логистических систем // Социальные новации и социальные науки: [электронный журнал]. – 2022. – № 1. – С. 39–49.

URL: <https://sns-journal.ru/ru/archive/>

DOI: 10.31249/snsn/2022.01.03

*Рукопись поступила 16.02.2022 г.*

---

<sup>1</sup> © Мясникова О.В., 2022

## Введение

Современные производства с позиции теории систем являются сложными технико-экономическими системами. Границы системы определяются производственным циклом изготовления продукта. Звенья системы представляют собой этапы производства (движения разнообразных потоков) от источников исходного сырья до конечного потребителя и вместе образуют цепь создания ценности. Скоординированное управление материальными, информационными и финансовыми потоками на каждом этапе производства (звене системы) позволяет придать требуемые количественные и качественные параметры конкретному продукту для максимального удовлетворения потребности рынка, включая информацию о товаре и возможностях его приобретения. В этой связи можно говорить о системах особого типа – производственно-логистических (ПЛС).

Относительно устойчивая совокупность звеньев цепи создания ценности, взаимосвязанных в пределах цикла производства в едином процессе управления материальными и информационными потоками представляет собой сложную, динамичную, открытую, адаптивную систему с обратной связью [Мясникова, 2019]. Разделение продукта на составляющие его компоненты (деталь, узел, комплект) позволяет структурировать процесс производства на отдельные участки (операция, процесс, комплекс процессов) и провести декомпозицию ПЛС. Исходя из места в организационной иерархии, можно выделить ПЛС уровня рабочего места, производственного участка / цеха, предприятия, группы предприятий.

Осознание значимости и неизбежности постоянного изменения ПЛС в сверхдинамичной окружающей среде определяет необходимость организации соответствующих процессов трансформации. Решение вопросов устойчивого развития и эффективности экономики, а в некоторых случаях, и выживания хозяйствующих субъектов, всё чаще связывается с внедрением цифровых технологий и цифровизацией производств.

Обеспечение эффективного управления цифровой трансформацией производственно-логистических систем (ЦТ ПЛС) остается острой научно-практической проблемой, требующей глубокого изучения. Ее решение связывается нами с разработкой организационно-управленческого инструментария ЦТ ПЛС, включая ее концепцию [Мясникова, 2020 а], принципы формирования «умного производства» [Мясникова, 2020 б] и «умной сети поставок» [Мясникова, 2021 а]. Развивая теоретико-концептуальные и методологические подходы к ЦТ ПЛС, настоящая статья раскрывает возможную стратегию и тактику осуществления трансформационных процессов.

## Цифровая трансформация ПЛС и проблемы ее осуществления

В настоящее время производство конечной продукции в большинстве случаев географически рассредоточено. Внедрение новых цифровых технологий помогает обеспечить интеграцию множества рабочих мест на основе выстраивания непрерывного информационного обмена актуальными данными, мониторинга оперативных изменений и поддержки принятия решений в случае отклонений, внедрения алгоритмов быстрого реагирования [Мясникова, 2021 б; Мясникова, 2021 с]. Цифровая трансформация предусматривает комплексное преобразование ПЛС. Она затрагивает всю совокупность потоков, проходящих через звенья ПЛС: изменяет состав, форму, качественные параметры, источники и методы получения, перемещения, хранения, переработку каждого из элементов, формирующих эти потоки.

Цифровую трансформацию можно рассматривать как своеобразный инновационный процесс, который сопровождается неизбежным риском неоптимальности или даже нежизнеспособности предлагаемых решений, ревизией устаревших норм и ролей, а нередко и их заменой. В этой связи справедливо говорить о ряде проблем осуществления ЦТ ПЛС (рис. 1).



Рис. 1. Проблемы осуществления цифровых преобразований системы

Источник: разработка автора.

Основными источниками рисков ЦТ ПЛС служат недостаточная подготовка кадров, ограниченность финансовых средств и слабая организация процесса.

Отсутствие четкого видения трансформационной стратегии и последовательности ее достижения может вызвать конфликт со сложившейся корпоративной культурой, что проявляется в форме активного или пассивного сопротивления изменениям сотрудников и линейных руководителей. ЦТ ПЛС затрудняет дисбаланс компетенций и слабая мотивированность персонала на приобретение новых навыков.

В ходе ЦТ ПЛС изменяются требования к квалификации персонала, а также его структура. Это сопровождается ростом цифрового неравенства и интеллектуально-психической зависимости людей от электронных устройств, возможностью исключения граждан из продуктивной созидательной деятельности.

Высок риск переоценки эффективности цифровых технологий с точки зрения их вклада в создание ценности для клиента, а также необходимости взаимодействия с компанией-вендором.

Наличие в трансформационных процессах переходного периода, когда новые ИТ-решения вытесняют существующие, провоцирует конфликт с устоявшейся, понятной, работающей системой. Унаследованные технологии и ИТ-инфраструктура ПЛС могут не позволить в полной мере использовать новые возможности, обеспечить скорость и точность исполнения процессов управления. Поддержка работоспособности ИТ-инфраструктуры требует расходов больше, чем на ее изменение, в том числе на содержание персонала, знающего ее особенности. При этом существует опасность остановки главных производственных процессов во время их цифровой трансформации, а также в связи с киберпреступностью, вероятностью искажения и утечки информации. Отсутствие системности во внедрении цифровых технологий и четкого плана миграции критичных для бизнеса приложений порождает риски сбоя информационной подсистемы, из-за которого может наступить полный коллапс ПЛС.

Координация и синхронизация работ звеньев ПЛС предполагают использование достоверной и актуальной информации. Вместе с тем в переход взаимодействия участников производственного процесса в онлайн и применение современных электронных каналов связи, способов учета и хранения информации, электронного документооборота, электронной коммерции генерируют огромные массивы данных. Большое количество необходимых для управления данных образуется, частично фиксируется и используется через Интернет вещей, датчики различных систем контроля производства и элементы инфраструктуры, мобильных телефонов, GPS. Непосредственной задачей трансформации информационных потоков в ПЛС стал поиск способа агрегирования потоков прямой и обратной связи, отслеживания, хранения, анализа и эффективного использования этих данных. На ее решение нацелены технологии передачи данных, автоматизации обработки данных, обработки больших данных (Big Data), расширенной аналитики, централизации и виртуализации данных, в том числе с использованием искусственного интеллекта.

## Стратегические решения по трансформации ПЛС

Стратегию ЦТ ПЛС можно выстроить путем комбинации четырех базовых стратегий создания цифровой экономики (рис. 2):

1) построение социокиберфизических систем, обеспечение безлюдного производства и создание гибкой и адаптивной системы взаимосвязанных устройств;

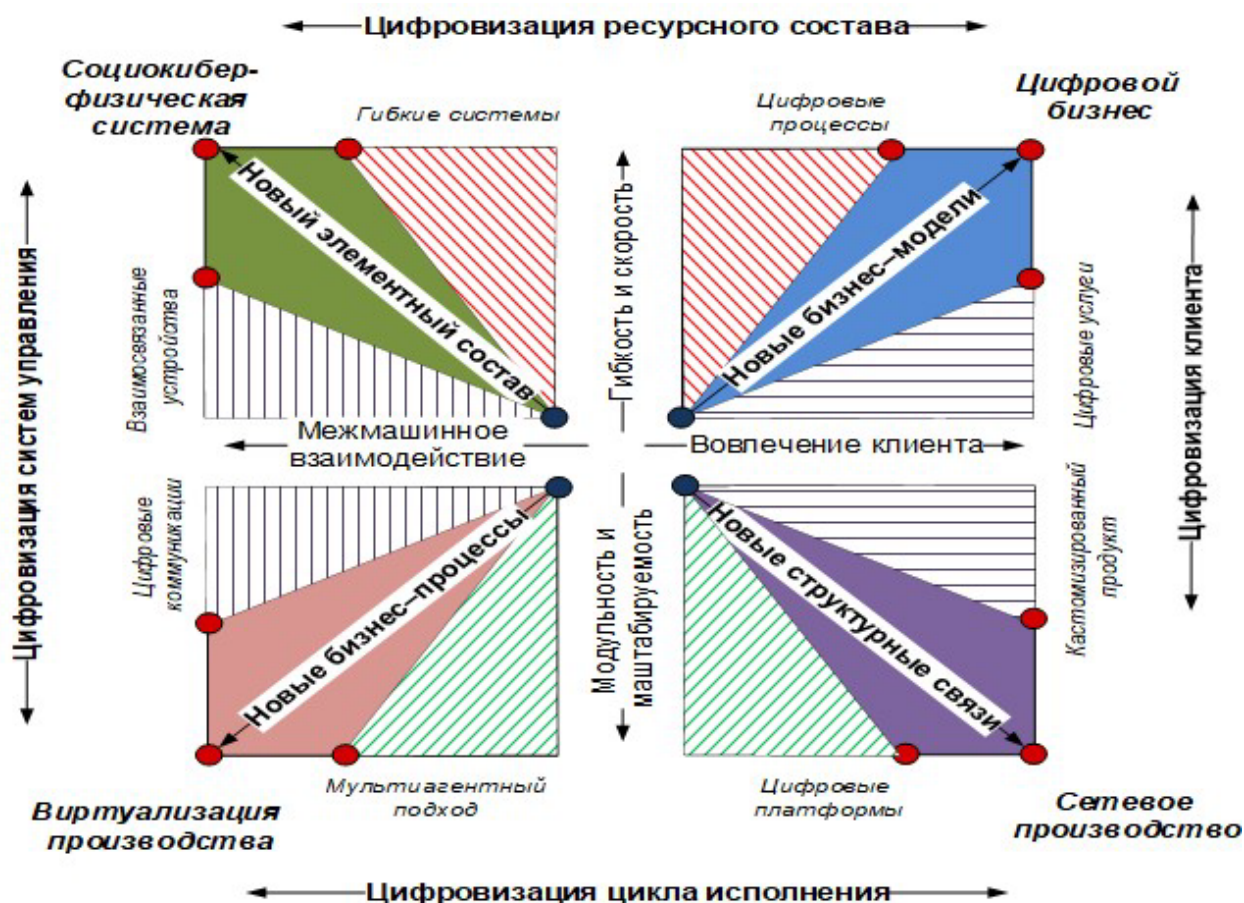


Рис. 2. Стратегические решения цифровой трансформации

Источник: разработка автора.

2) виртуализация производства, выстраивание цифровых коммуникаций и обеспечение мультиагентного подхода;

3) формирование сетевого производства, создание цифровых платформ для подбора исполнителей работ;

4) развитие цифрового бизнеса, выход на рынок с цифровыми услугами, выстраивание процессов вовлечения клиента в создание кастомизированных продуктов.

*Построение социокиберфизических систем.* Поиск возможности исключить неопределенности, вызванные человеческим фактором, привел к идее полной автоматизации процессов – созданию киберфизических систем (КФС). Межмашинное взаимодействие позволяет выстроить коммуникационную среду, обеспечивающую обмен информации внутри системы и с окружающей

средой и передачу управляющих команд исполнительным механизмам без участия человека [Кибербезопасность прогрессивных ..., 2018]. Киберфизическое преобразование ПЛС обеспечивают аддитивные технологии, радиочастотная идентификация, сенсоры, чипы, компьютерное зрение, продвинутая робототехника, промышленный Интернет вещей (IoT).

Трансформация роли и места человека в ПЛС позволяет говорить о создании социокиберфизической системы (СКФС) цифрового типа [Мясникова, 2020 с]. Участие людей в ПЛС сохраняется, но в качестве непосредственного производителя их заменяет автомат, станок с ЧПУ, робот. Человек как носитель интеллектуального и трудового ресурса меняет функцию рабочего – исполнителя на роль обеспечивающего ход технологических процессов (программист, аналитик, диспетчер, оператор).

Носимые устройства, технологии виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR), экзоскелеты, работа с коллаборативными роботами предоставляют возможность исключить рутинные операции и опасные действия из функционала человека. При помощи датчиков IoT осуществляется контроль безопасности и состояния людей, их самочувствия и хронических заболеваний. Мониторинг оборудования и сотрудников (Equipment and Employee Monitoring) позволяет повысить оптимальность загрузки персонала и использования активов. Так, датчики могут быть применены для наблюдения за тем, как часто и в какое время активы используются или находятся в режиме ожидания. Затем, на основе анализа этих данных можно определить оптимальные показатели скорости и пропускной способности активов. Например, интеллектуальная система распределения нагрузки на складской персонал, разработанная российской компанией LOGISTIX на базе данных биометрии фитнес-браслетов Samsung Gear Fit 2, помогает распределять задания между сотрудниками так, чтобы исключить их переутомление и поддерживать эффективную производительность труда [Бахур, 2016].

*Виртуализация производства* возможна на базе замкнутого контура цифровой автоматической системы управления, позволяющей выполнять заданные технологические операции в автоматическом режиме (в контуре «рабочий центр – датчик – контроллер управления – привод»). Работу всех участников виртуального предприятия в едином информационном пространстве обеспечивает PDM-система или система управления данными об изделии.

Сохранение человека в СКФС требует трансформации человеко-машинных интерфейса и устройств для взаимодействия человека с рядом физических компонентов, реализующих технологический процесс, включая исполнительные механизмы, которые осуществляют манипулирование физической реальностью с помощью аппаратного и программного обеспечения. Интегрированные коммуникации на стыке цифрового и физического пространств (phygital как комбинация physical + digital) предоставляют возможность персоналу работать с данными удаленно при помощи мобильных информационных технологий и беспроводной сети IoT. Переход к виртуальной модели орга-

низации исполнения работ через комбинацию виртуального и реального взаимодействия позволяет продуктивно использовать гибридную форму организации труда.

*Выстраивание процессов вовлечения клиента в создание кастомизированных продуктов.*

В ходе цифровизации человек как потребитель продукции вовлекается в ее производство, становится элементом системы создания новых товаров с высокой потребительской ценностью. Он не только задает цели и задачи системы, но становится *со-творцом* и *со-исполнителем* при проектировании новых изделий.

Расширение границ ПЛС (поставки – производство – дистрибуция и логистика – сбыт – сервис), вовлечение клиента как *со-исполнителя* через цифровые «двойники» и «тени» реальных предприятий, кастомизация сервиса и производства, омниканальный ритейл требуют обеспечить видимость (*visibility*) и сквозную прозрачность (*end-to-end transparency*) цепи поставок. Решение данной проблемы связывается с применением технологии «диспетчерских вышек» (*control towers*).

*Формирование сетевого производства.* Поддержка с помощью современных информационных технологий объединения различных производителей для создания товара позволяет создавать сетевые производства. В этом случае ведущее предприятие формирует субконтракты и через электронные системы обеспечивает их распределение между исполнителями. В сетевых производствах тесная кооперация между заказчиками и исполнителями требует не только обмена данными технического задания в электронном виде, но совместного использования информации о выпускаемом продукте, его структуре, составе выполняемого проекта в целом – то есть реализации концепции *CPC* (*Collaborative Product Commerce* – совместная разработка и использование информации об изделии) [Яблочников, Шилов, 2007].

Благодаря распространению цифровых технологий наряду с появлением сетевых производств развиваются новые бизнес-модели создания цепей добавленной стоимости. Горизонтальная интеграция – объединение за рамками предприятия поставщиков, потребителей и всех ключевых партнеров по всей цепочке создания стоимости – получила название «умные цепи поставок» (*Smart Supply Chain*). В этом случае происходит переход от линейной схемы организации поставок, при которой процессы выполняются дискретно и последовательно, к более гибкой и адаптивной форме интеграции или «умной сети поставок» (*Smart Supply Network, SSN*) [Мясникова, 2021 а].

Построение «умной сети поставок» базируется на разделении процессов на фиксированную и гибкую части, которая формируется как адаптивная структура через подбор исполнителей на цифровых платформах [Мясникова, 2020 в]. Цифровые платформы выступают в качестве площадки для конкурсного отбора контрагентов по широкому спектру вопросов – оказанию производственных услуг по проектированию, производству, техобслуживанию, ремонту, сопровождению и сервису, утилизации товаров, управлению бизнес-процессами, а также логистических услуг, кон-

салтинга, страхования. Под конкретные нужды клиента подбираются исполнители работ, а связи становятся временными.

В результате современная структура ПЛС постоянно меняется. При ее преобразовании состав звеньев ПЛС целесообразно подбирать с использованием методов комбинаторики. Причем должна обеспечиваться оптимизация всей системы, а не только отдельных ее звеньев, подсистем или элементов.

Переход от жесткой иерархии к более «тонким» и «плоским» структурам является стратегией углубления специализации производства. Еще большее дробление производственного процесса предполагается в рамках так называемого «третьего разделения» (third unbundling), подразумевающего расчленение цепи поставок не только на производственные этапы, но и на отдельные задачи. Благодаря появлению и развитию цифровых технологий возможно их выполнение работниками, находящимися в разных странах, что создает «виртуальную иммиграцию» или международную дистанционную работу [Пономарева, Флегонтова, 2020].

Одновременно наблюдается смена тренда глобального рассредоточения производств в пользу концентрации их на территории развитых стран (или рещоринг) и ориентации на близость к рынкам сбыта при принятии решения о переносе производственных мощностей. Роботизация и новые цифровые технологии ведут к дальнейшей автоматизации производства. Это позволяет бизнесу ориентироваться не на цену факторов производства (прежде всего рабочей силы) и их доступность, а на близость к рынку сбыта. Концентрация всего автоматизированного цикла производства на одной территории (в развитых странах) снижает риски неритмичных поставок деталей и комплектующих, а также нестабильности спроса на рынках отдельных стран-партнеров. Кроме того, появляется возможность сократить транспортные издержки и обеспечить большую степень кастомизации товаров, что представляет собой существенные конкурентные преимущества.

### **Тактические решения для цифровой трансформации ПЛС**

Стратегическое планирование ЦТ ПЛС предусматривает разработку таких компонентов, как бизнес-модель, цель, задачи, система показателей результативности, направления, проекты ЦТ. Тактическое планирование предполагает создание следующих планов: внедрения цифровых решений и технологий, инфраструктурной трансформации; формирование экосистемы трансформации, изменения организационной структуры предприятия, развития цифровой культуры, кадрового обеспечения, безопасности. На этапе календарного планирования должны быть выработаны дорожная карта ЦТ и план-график отчетности по проектам и программе в целом.

Создание комплексной программы ЦТ ПЛС закладывает основы для эффективного проведения мероприятий и проектов трансформации.



Проведенные исследования позволяют систематизировать тактические шаги, способствующие эффективному осуществлению ЦТ ПЛС. Представляется необходимым:

- организовать подбор кадров и повысить уровень цифровой грамотности персонала;
- снять ресурсные ограничения (недостаточный бюджет и опыт внедрения цифровых технологий, сложность интеграции новых и действующих технологий / данных) за счет создания экосистемы цифровой трансформации либо вступая в коллаборацию с другими хозяйствующими субъектами;
- обеспечить поддержку трансформационных проектов руководством, сформировать общую культуру активного поиска решений, «дешевых» проб и ошибок (так называемый подход «fail-fast, test-and-learn», исключающий наказания за ошибки);
- проводить анализ и объективную оценку эффективности ЦТ, наладить сотрудничество с поставщиками ИТ-продуктов, исключить сокрытие фактов невыполнения решений;
- контролировать уязвимость производства, которая возникает в результате массового внедрения интеллектуальных датчиков в оборудование и технологии и связана с кибербезопасностью (кибертерроризм, кибершпионаж, кибервойны и киберпреступность);
- решить проблемы надежности данных, обусловленные их зашумленностью, конфликтом между надежными и неисправными сенсорами, ограниченностью охвата объекта, огромными потоками информации и т.д.

Организация ЦТ по выбранным направлениям и конкретным проектам включает определение ответственных исполнителей, форм отчетности и каналов коммуникаций, сроков и этапов реализации, а также достижение целевых значений операционных показателей результативности и экономической эффективности.

### **Заключение**

ЦТ обусловлена необходимостью инновационного развития производств в условиях действия глобальных факторов четвертой промышленной революции (Industry 4.0). Формирование современных ПЛС происходит в контексте новой индустриализации, предусматривающей освоение и становление V–VI технологических укладов. В свою очередь, это предполагает комплексное использование разнообразных методов и инструментов инновационной деятельности, а также новых возможностей, открывающихся в ходе развития цифровой экономики и интеллектуализации производства.

Стратегические решения ЦТ ПЛС связаны с созданием интегрированного бизнес-процесса и «умной сети поставок» на базе надежного функционирования распределенных звеньев-аутсорсеров, единого центра управления и единого информационного пространства. Это обеспечивает клиентоориентированность и гибкость ПЛС, позволяет реализовать новые подходы к раз-

работке товаров, проактивную коммуникационную политику и «бесшовную» работу звеньев системы; повысить требования к качеству продукции и уровню сервиса.

В результате ЦТ создаются социокиберфизические системы и сетевое производство, осуществляется его виртуализация и переход к цифровому бизнесу. Посредством цифровизации систем управления, ресурсного состава, циклов исполнения и спроса потребителей становится возможным обеспечить межмашинное взаимодействие и вовлеченность в производство клиентов, а также гибкость, скорость, модульность и масштабируемость процессов в ПЛС.

### Список литературы

1. Бахур В. Носимые устройства Samsung будут использоваться для автоматизации логистики // CNews. – 2016. – 17.10. – URL: [https://www.cnews.ru/news/line/2016-10-17\\_nosimye\\_ustrojstva\\_samsung\\_budut\\_ispolzovatsya](https://www.cnews.ru/news/line/2016-10-17_nosimye_ustrojstva_samsung_budut_ispolzovatsya) (дата обращения 27.02.2022).
2. Кибербезопасность прогрессивных производственных технологий в эпоху цифровой трансформации / Зегжда Д.П., Васильев Ю.С., Полтавцева М.А., Кефели И.Ф., Боровков А.И. // Вопросы кибербезопасности. – 2018. – № 2 (26). – С. 2–15. – DOI: 10.21681/2311-3456-2018-2-2-15. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35546679> (дата обращения 27.02.2022).
3. Мясникова О.В. Развитие логистических систем в условиях цифровой трансформации бизнеса. – Минск : Колледж, 2019. – 203 с.
4. Мясникова О.В. Концепция цифровой трансформации производственно-логистических систем в условиях перехода к цифровой экономике // Экономика. Управление. Инновации. – 2020 а. – № 2 (8) – С. 46–52.
5. Мясникова О.В. Теоретико-концептуальные подходы к формированию производственно-логистической системы «Умного производства» как социокиберфизической системы // Экономика. Управление. Инновации. – 2020 б. – № 1 (7) – С. 29–35.
6. Мясникова О.В. Платформенные решения для цифровой трансформации производственно-логистических систем // Цифровая трансформация. – 2020 с. – № 2 (11). – С. 5–15.
7. Мясникова О.В. Трансформация производственно-логистической системы в умную сеть поставок: теоретико-методологические аспекты // Новости науки и технологий. – 2021 а. – № 2 (57) – С. 53–62.
8. Мясникова О.В. Развитие производственно-логистических систем: теория, методология и механизмы цифровой трансформации. – Минск, Институт бизнеса БГУ, 2021 б. – 266 с.
9. Мясникова О.В. Модель влияния технологий цифровой экономики на базовые элементы производственно-логистических систем // Экономика. Управление. Инновации. – 2021 с. – № 2 (10) – С. 53–59.
10. Пономарева О.В., Флегонтова Т.А. Цепочки добавленной стоимости в условиях пандемии COVID-19 // Экономическое развитие России. – 2020. – Т. 27, № 10. – С. 9–16.
11. Яблочников Е.И., Шилов Н.Г. Организация процесса технологической подготовки производства на основе модели предприятия // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2007. – Т. 50, № 8. – С. 69–73.

## STRATEGY AND TACTICS OF PRODUCTION-LOGISTICS SYSTEMS DIGITAL TRANSFORMATION

*Olga Miasnikova*

PhD (Econ. Sci.), associate Professor, Associate Professor of the Department of Logistics of the Institute of Business of the Belarusian State University (Minsk, Belarus).

*Abstract.* The article is devoted to the digital transformation management of production and logistics systems. The strategy of socio-economic transformation of production and logistics systems under the influence of digitalization is highlighted. Tactical solutions of digital transformations of production and logistics systems are described. Measures for digitalization of individual elements,

*including resource composition, management system and the execution cycle, processes of interaction with customers and business partners are defined.*

**Keywords:** *digital transformation; production and logistics system; development strategy; tactical solutions.*

**For citation:** Miasnikova O.V. Strategy and tactics of production-logistics systems digital transformation // Social Novelties and Social Sciences : [electronic journal]. – 2022. – № 1. – Pp. 39–49.

URL: <https://sns-journal.ru/ru/archive/>

DOI: 10.31249/snsn/2022.01.03