

**ЭКОНОМИКА. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_112

УДК 332.012

ГРНТИ 06.61.33

ВАК 5.2.3

**Предпосылки разработки концепции умного цифрового двойника сложных организационно-технических систем мезоэкономического уровня**

Панамарева О. Н.

<sup>1</sup> *Военный инновационный технополис «ЭРА»,  
353456, Россия, г. Анапа, Пионерский пр., 41*

email: [era\\_otd1@mil.ru](mailto:era_otd1@mil.ru)**Аннотация**

В работе представлены сформулированные автором, исходя из применения методов дедукции, индукции, обобщения, системного анализа, основные предпосылки, обуславливающие целесообразность разработки и внедрения умного цифрового двойника сложных организационно-технических систем, расположенных именно на мезоэкономическом уровне управления. В качестве последних предложено рассматривать отечественные морские транспортные узлы, ввиду концентрации в их пространстве разного уровня экономических акторов, взаимоотношения которых носят сложный мутуализмический характер, а бизнес-модели подлежат трансформации на фоне общественных изменений, и наличия разнообразных технико-технологических и организационных инструментов, применяемых для реализации их хозяйственной деятельности в частности и в целом. На основе использования комплексного подхода сформированы ключевые требования, которым должен соответствовать цифровой двойник такого рода систем.

*Ключевые слова:* предпосылки, умный цифровой двойник, сложные организационно-технические системы, мезоэкономический уровень, устойчивое экономическое развитие, экономическая безопасность

**Теория и методы исследования**

Складывающиеся современные социально-экономические, военно-политические условия хозяйствования, для которых стали привычными такие характеристики, как турбулентность, неопределенность, риски (связанные с влиянием гетерогенных экзогенных и эндогенных факторов) и вновь возникающие вызовы, определяют требования, которым должна соответствовать инфраструктура экономики России XXI. Особенно, когда наблюдается

неразрывная связь вопросов обеспечения экономической, информационной, экологической, технико-технологической, общественной и других видов безопасности, являющихся основой национальной безопасности, когда цифровая трансформация (ЦТ) набирает обороты, выступая как триггер изменения общественных и экономических отношений, аспекты формирования составляющих информационно-аналитической инфраструктуры сложных организационно-технологических систем (СОТС) на новой технико-технологической и организационной основе следует рассматривать как первостепенные с научной и практической точек зрения. Выработка концепций системообразующих и системоразвивающих инструментов в контексте данной проблематики – ключевая комплексная научно-практическая задача, решение которой обеспечит реализацию технико-технологического рывка, столь важного для экономики России.

В экономических научных работах отсутствует единое мнение в решении данной задачи, на законодательном уровне только начинают формироваться предварительные очертания (требования, задачи и др.) тех высокотехнологичных инструментов и механизмов, которые нацелены на обеспечение защиты национальных интересов и достижение национальных целей нашей страны.

Поскольку цифровые двойники – высшая степень развития вычислительных ресурсов, когнитивных моделей, встроенных датчиков и др. [1], для разработки обозначенной проблематики в качестве объекта исследования выбраны цифровые двойники сложных организационных систем, занимающих такое место в системе экономических акторов, которое создает предпосылки для формирования сквозных механизмов компиляции потенциала и объединения усилий экономических агентов для обеспечения безопасности и устойчивого экономического развития самих СОТС, региона и государства в целом.

Сущность феномена цифрового двойника (ЦД), несмотря на относительную его новизну, не в полной мере раскрыта, особенно применительно к СОТС.

Основоположником концепции, включающей три основные составляющие (в т.ч. «физические продукты в реальном пространстве», «виртуальные продукты в виртуальном пространстве», «соединения данных и информации, которые связывают виртуальные и реальные продукты вместе»), является профессор Мичиганского университета Майкл Гривс [2]. Впервые официально дефиниция «цифровой двойник» использована в отчете NASA о моделировании и симуляции за 2010 г. [3], в котором она раскрывалась как «сверхреалистичная виртуальная копия космического корабля, воспроизводящая этапы строительства, испытаний и полетов». Однако особое внимание данной проблематике стало уделяться только с 2015 г. в результате развития интернета вещей и искусственного интеллекта, достижения ими определенной стадии технологической зрелости в 2016 г. и получения статуса лидирующих технологий уже в 2018 г.

На современном этапе технологического развития разработке и исследованию перспективных направлений применения цифровых двойников изделий посвящен достаточно большой пласт научных работ. Авторы данных трудов в основном рассматривают отдельные аспекты разработки и применения ЦД, дифференцированно и точно по объектам различных отраслей и сфер гражданской и военной экономики [4–12]. Наибольший научный задел по данному направлению имеется в сфере промышленности, экологического мониторинга, энергетики и космических систем. Ряд разрозненных наработок имеется в транспортной и логистической деятельности [12, 13]. Последним

достижением стало законодательное закрепление общих положений разработки и применения цифровых двойников изделий во впервые в мире разработанном государственном стандарте (принадлежность – Россия) в целях обеспечения конкурентоспособности производимых изделий предприятий и организаций и повышения скорости их вывода на рынок [14, 15]. Касательно производственных систем также в России предпринимались попытки регламентации развития ЦД. Однако предварительный стандарт ПНСТ 429-2020 [16], закреплявший понятия «цифровой двойник», «производственный процесс» и др., наряду с иными нормативно-правовыми документами по данной проблематике [17–20] в сфере промышленности, прекратил действие в связи с истечением срока (рис. 1).

При этом вопрос создания ЦД социотехнических систем не потерял своей актуальности и подлежит дальнейшей разработки ввиду складывающейся ситуации в области реализации изменений, происходящих в обществе, ИКТ-импортозамещения, необходимости формирования комплексной системы долгосрочного планирования для обеспечения технологического и экономического суверенитета государства на пути к устойчивому сбалансированному безопасному развитию нашей страны и достижения высокого качества жизни российского населения.

### **Полученные результаты и их обсуждение**

Базируясь на методах дедукции, индукции, обобщения, системного анализа эмпирических и теоретико-аналитических данных, отраженных в отечественной нормативно-правовой базе, в отчетных статистических справочниках и иных официальных источниках последних лет, исследовательских работах отечественных и зарубежных ученых, далее сформулированы основные предпосылки разработки концепции ЦД сложных организационно-технических систем именно мезоэкономического уровня.

Принимаемые меры, в т.ч. нашедшие законодательное закрепление, направленные на обеспечение технологического суверенитета (в т.ч. на развитие отечественных ИТ-технологий и технологий искусственного интеллекта, активизации инновационной деятельности) и устойчивого роста экономики, носят разрозненный, зачастую декларативный характер по отдельным отраслям, предприятиям, организациям, отсутствует эффективное долгосрочное прогнозирование и планирование комплексной их реализации, что влечет невозможность достижения поставленных стратегических целей и синергетического эффекта, невозможность обеспечения сбалансированного функционирования и развития экономики.

Исходя из обозначенного выше сформулируем ключевые предпосылки разработки ЦД СОТС, тем самым определяющие сущность самих двойников как систем систем (СС).

Первой предпосылкой является то, что общественные трансформации тесно связаны с достижениями научно-технического прогресса и обуславливают смену мирохозяйственного порядка и технологического уклада, влекущих объективную необходимость трансформации моделей осуществления хозяйственной деятельности и моделей управления ею в соответствии с формирующейся парадигмой

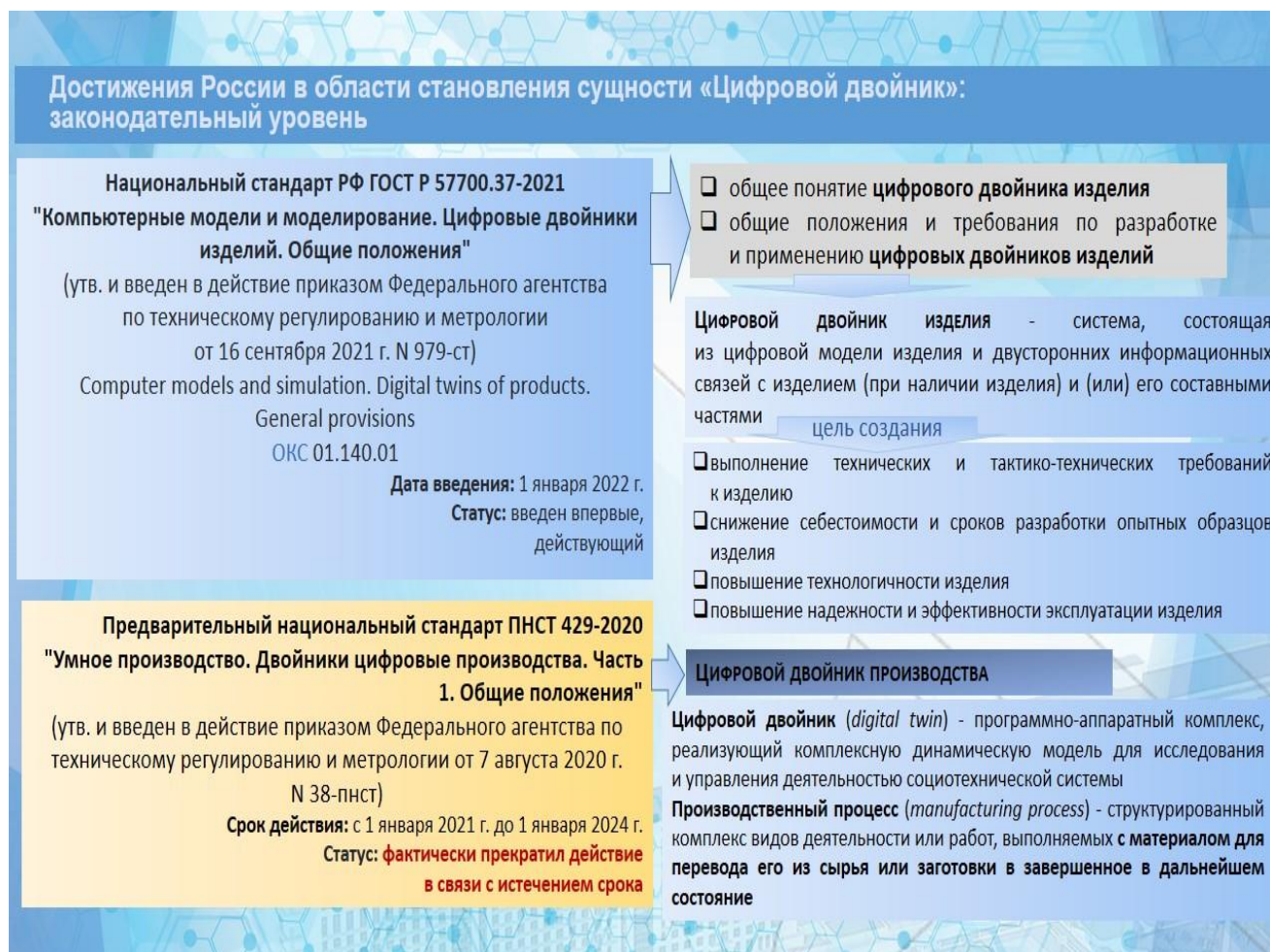


Рис. 1. Законодательное регламентирование аспектов формирования и применения цифровых двойников в России

с формирующейся парадигмой управления, новыми технико-технологическими трендами, эффективная реализация которой проблематична без формирования максимально точных прогнозов, осуществляемых на основе применения инструментов нового качества. Лицо принимающее решение зачастую не успевает уследить за всеми изменениями, традиционная инерционность СОТС большинства отраслей (и на их стыке) в плане реализации изменений, невозможность с позиции господствующего экономического мейнстрима объяснить и разработать действенные меры, способствующие организационным, технико-технологическим, культурным изменениям – это факторы-препятствия на пути формирования хозяйства нового свойства. Ведь активизация общественных трансформаций, сопровождающихся такими процессами, описанными в работах Бодрунова С.Д., Филиповой И.А. [21–23] и др., как:

- процесс диффузии форм и прав собственности (т.е. перехода к солидарному ответственному ее использованию в производственном процессе и в процессе конечного потребления);
- процесс социализации экономики и общества (экономический рост не ради экономического роста, а для обеспечения социальной справедливости);
- процесс перехода от рыночных индивидуализма, рационализма и жесткой конкурентной борьбы к солидарному ответственному разумному производству и потреблению;
- процесс перехода к обществу, в котором, знание человека, его потенциал в компиляции с прорывными технологиями на фоне формирования метавселенных – основной производственный ресурс, где хозяйствует «человек культурный», а не «человек экономический».

В качестве второй предпосылки выступает то, что значительно усиливается влияние на национальную, региональную, отраслевую, комплексную, локальную безопасность, мезобезопасность, функционирование и развитие СОТС (в т.ч. и ее составляющих) гибридных угроз, вызванных ведением гибридных войн, нацеленных в первую очередь на разрушение экономической мощи государства, стирающих границы между военной, экономической и общественной безопасностью. При этом отсутствует механизм их детерминирования, ранжирования по значимости, определения степени потенциального влияния гибридных угроз и возникающих негативных последствий, как на отдельного экономического агента, так и на СОТС в комплексе, что в свою очередь обуславливает недейственность, а в большинстве случаев, неэффективность сложившейся системы прогнозирования и модели управления на всех экономических уровнях.

Третьей же предпосылкой является то, что применяемая программно-целевая модель управления развитием экономики страны, регионов, отраслей, отдельных территориально-экономических объектов (ТЭО) исчерпала свои возможности и не позволяет выделить своевременно реальные точки бифуркации в траектории развития и обеспечить технико-технологический прорыв, столь необходимый для устойчивого социально-экономического развития России.

А четвертой предпосылкой стало то, что попытки реализации цифровой трансформации формулируются в основном в виде цифровизации отдельных операционных процессов, при этом «лоскутно» или, в лучшем случае, системно (на отдельном предприятии или его части), путем внедрения разрозненных цифровых инструментов.

Существует многообразие информационных систем (ИС) хозяйствующих объектов

различного уровня (например, АИС, СУДС, ИС Галилео, ИС Платон и др.), формирующихся и созданных цифровых платформ, цифровых экосистем (например, экосистемы цифровых коридоров), интеграция которых зачастую проблематична, а в большинстве случаев невозможна, в результате возникают так называемые «посредники» с частной «индивидуальной» информационной и аналитической инфраструктурой, что влечет рост добавленной стоимости в целом (обозначим его как «номинальный экономический рост»), однако негативно сказывается в итоге на изменении благосостояния человека (ввиду роста транзакционных издержек, закладываемых в цену продукта, оплачиваемого конечным потребителем), т.е. – на «реальном экономическом росте». Эти факты характеризуют пятую предпосылку.

В продолжение предыдущего, шестой предпосылкой является то, что сложности интеграции указанных выше цифровых инструментов и компилирования ИКТ-технологий также обуславливает проблемы на пути формирования единого информационного пространства, а следовательно, и реализации эффективной аналитики больших массивов данных (как ключевого ИТ-тренда) и получения информации об общей обстановке функционирования каждого актора и СОТС в целом, в динамике и статике, в ретроспективе и перспективе, в прогнозах и планах.

Как следствие описанных выше предпосылок стоит отметить наличие такого факта (седьмой предпосылки), как то, что на сегодня отсутствует единая аналитико-инфокоммуникационная среда, позволяющая своевременно отслеживать технико-технологические и организационные тренды, ориентироваться в их многообразии, выделять, отбирать, компилировать наиболее значимые и действенные (т.е. дающие синергетический эффект) прорывные (постоянно эволюционирующие) технологии, обеспечивать их финансирование в достаточном объеме и внедрение, не отдельными наиболее технологически развитыми, обладающими наибольшим инвестиционным, техническим, технологическим, кадровым потенциалом экономическими агентами (что характерно для сегодняшней экономики, где господствует индивидуализм и рационализм), а – в целом в пространстве СОТС всеми ее стейкхолдерами на основе комплексного подхода для получения солидарного блага. Решение данной задачи связано с наличием, обработкой, анализом больших объемов динамичных данных, ограниченностью физических возможностей человека в их обработке, формировании прогнозов, выявлении и оценке рисков, своевременной выработке, принятии, реализации управленческих решений (особенно нетривиальных), их корректировке при необходимости (ввиду наличия неопределенности и гибридных рисков); поэтому его следует разрабатывать сквозь плоскость формирования единой концепции действенного механизма цифровой трансформации.

В завершении перечня ключевых предпосылок выделим то, что в сложившихся условиях отсутствует организационно-экономический механизм, объединяющий усилия и потенциал экономических акторов, хозяйствующих субъектов ради получения, сохранения и преумножения солидарного блага, а не для традиционного достижения частных целей экономических агентов. Это восьмая предпосылка.

Таки образом, нивелирование или решение обозначенных проблем возможно при переходе к программно-прогностической модели управления, основным инструментом реализации которой по нашему мнению является цифровая комплексная трансформация. Поскольку ЦТ выступает триггером объективных изменений в социально-экономических отношениях

(т.е. трансформации общественного устройства) в контексте новейшей технологической базы и экономического развития, а прикладная экономическая наука не дает достигать требуемых результатов, при разработке составляющих механизма комплексной ЦТ МТУ целесообразно исходить из положений классической политэкономии, ноономики и гетеродоксальной экономической теории в противовес главенствующему мейнстриму.

В основе последней с учетом достижений в науке и технике [24] целесообразно рассматривать концепцию инновационного механизма ЦТ, представляемую в форме «трехфакторной эволюционирующей самоорганизующейся модели, состоящей из трех ключевых системообразующих составляющих – глубоко интегрированных звеньев, описанных в работе [25], одной из них выступает цифровой двойник СОТС.

В целом, сегодня технологию «цифровой двойник» («Digital Twin») определяют, как:

- одну из передовых технологий, являющуюся «технологией-интегратором практически всех сквозных цифровых технологий и субтехнологий»;
- технологию-драйвер, обеспечивающую технологические прорывы и позволяющую высокотехнологичным компаниям переходить на новый уровень технологического и устойчивого развития;
- один из главных трендов развития 4-ой промышленной революции («Industry 4.0») на ближайшие 5 лет.

Поэтому в качестве ключевой составляющей единой концепции действенного механизма комплексной ЦТ целесообразно использование технологий цифровых двойников.

В дополнение к сказанному выше, следует отметить, что объективная реальность – дискуссионность вопроса относительно формирования ЦД социотехнических систем более высокого уровня нежели ЦД промышленных предприятий (в частности, ЦД производственных процессов). Однако в этом направлении присутствуют лишь разрозненные декларативные предложения и/или носящие форму индивидуальных коммерческих платформенных решений, трудно компилируемых между собой, опять же нацеленных на экстенсивный (номинальный) прирост добавленной стоимости.

При этом важно создание ЦД СОТС, который позволит интегрировать передовые и прорывные технологии, ИС, автоматизированные системы управления, цифровые платформы, цифровые транспортные коридоры, характеризующиеся принадлежностью разнообразным экономическим акторам, нивелировав разрывы в цифровом, технико-технологическом и организационном развитии, объединив всех стейкхолдеров экономико-пространственных процессов, сформировав и развивая единую аналитико-инфокоммуникационную социо-экономическую среду, позволяющую достигать стратегических национальных и региональных целей, неразрывно связанных со сбалансированными целями СОТС и всех ее составляющих хозяйствующих акторов.

В соответствии с обозначенным выше для формулирования основных требований, которым должен соответствовать ЦД социотехнической системы определили уровень СОТС, реализация ЦД на котором даст требуемый мультипликативный и синергетический эффект. Исходя из сформулированных предпосылок и результатов исследований, представленных в последних работах (Панамарева О.Н., 2023, 2024) и докладах автора на международных форумах 2024 г. (в т.ч. на VI Международном форуме «Метрологическое обеспечение инновационных технологий», VIII Международном политэкономическом конгрессе им. А.В.Бузгалина), в качестве такой СОТС целесообразно выбрать именно систему

мезоэкономического уровня.

Наиболее ярким примером такого типа СОТС является морской транспортный узел (МТУ), который объединяет интересы населения, государства и бизнеса, где каждый актор обладает своим техническим, технологическим, экономическим, организационным, культурным и кадровым потенциалом.

При этом, резюмируя сказанное выше, ЦД такой СОТС, как МТУ, должен позволить сформировать сбалансированную ресурсную структуру, обеспечивать комплексный мониторинг, максимально реальное представление, четкое прогнозирование как самих процессов, так и связей между ними, служить действенной автоматической интеллектуальной системой поддержки принятия управленческих решений, функционирующей на основе актуальной полной информации о складывающихся ситуациях. Однако, применяемый сегодня подход к восприятию, и, зачастую, детерминированию сущности ЦД социотехнической как модели, собирающей, обрабатывающей, анализирующей, интерпретирующей данные, или как базы данных некорректен; поскольку ЦД СОТС мезоэкономического уровня следует рассматривать как систему систем, как саморазвивающийся и самосовершенствующийся интегрирующий механизм, компилирующий в себе прямые, обратные, кроссакторные, кросспроцессные и кроссфункциональные взаимосвязи в онлайн-режиме, являясь также ключевым инструментом, реализующим превентивную аналитику и обеспечивающем трансформацию деловых, хозяйственных моделей и процессов в целом, позволяющим реализовать устойчивое развитие сбалансированное СОТС сквозь призму обеспечения безопасности. В последующих работах автора представлено освещение детерминированных (исходя из трендов социально-экономических и технико-организационных трансформаций, развития направлений экономической теории) задач ЦД СОТС мезоэкономического уровня, особенностей его формирования и ключевых его составляющих.

### **Конфликт интересов**

Автор статьи заявляет, что у него нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и ей ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

### **Список литературы**

1. Цифровые двойники в промышленности: истоки, концепции, современный уровень развития и примеры внедрения. – [Электронный ресурс]. URL: <https://digitaltwin.ru/digital-twins-in-industry/> (14.03.2024).
2. Концепция «Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication» // A Whitepaper by Dr. Michael Grieves, 2014.
3. DRAFT modeling, simulation, information technology & processing road map. Technology Area 11. – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.emacromall.com/reference/NASA-Modeling-Simulation-IT-Processing-Roadmap.pdf> (03.02.2024).



4. Аминов К.А., Ляндау Ю.В. Цифровая трансформация нефтегазового комплекса как способ повышения эффективности производственных процессов в топливно-энергетическом секторе // *Инновации и инвестиции*. 2023. № 1. С. 258–261.
5. Анискин Ю.П. Стратегические корпоративные изменения в условиях развития цифровых двойников управления компаниями // *ЭСГИ*. 2021. № 3 (31). С. 6–16.
6. Дегтярёва В.В., Мурзинцева Д.А. Цифровизация как конкурентное преимущество Госкорпорации «Росатом» // *Вестник ГУУ*. 2021. № 12. С. 34–39.
7. Вичугова А. Цифровизация производства и цифровые двойники: объединяем PLM, IoT Big Data. – [Электронный ресурс]. URL: <https://bigdataschool.ru> (03.02.2024).
8. Касьянова Н.Т., Тумашева Е.С. Рынок цифровых двойников: стимулирующие и сдерживающие факторы // *Бюллетень инновационных технологий*. 2023. № 1 (25). С. 30–35.
9. Речкалов А.В., Артюхов А.В., Куликов Г.Г., Новиков В.Н. Концепция системного представления предметной области при формировании цифрового двойника производственного процесса машиностроительного предприятия // *Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета*. 2022. Вып. 26. № 1 (95). С. 120–135.
10. Города используют Цифровые двойники, чтобы эффективно внедрять технологии BIM и ГИС, тем самым повышая качество жизни своих граждан // *САПР и графика*. 2020. № 3(281). С. 4-10.
11. Технологии цифровых близнецов в транспортных коридорах для морских и водных путей в России / В.П. Куприяновский, А.А. Климов, И.Г. Гоц [и др.] // *International Journal of Open Information Technologies*. Т. 8. 2020. № 12. С. 113–132.
12. Цифровизация производства и цифровые двойники: объединяем PLM, IoT и BIG DATA. – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bigdataschool.ru/blog/digital-twin-plm-iot-big-data.html> (03.02.2024).
13. Селиверстова Н.С., Сабитов Р.А., Смирнова Г.С. Подходы к управлению логистическими процессами в условиях цифровой экономики // *Russian Journal of Economics and Law*. 2022. № 3. С. 566–576.
14. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТР 57700.37-2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 сентября 2021 г. N 979-ст). М.: Российский институт стандартизации. 2021. 15 с.
15. Сысоева Е.А. Национальный стандарт Российской Федерации в области цифровых двойников // *Компетентность*. 2022. № 3. С. 10–13.
16. Предварительный национальный стандарт ПНСТ 429-2020 «Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 1. Общие положения» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 августа 2020 г. N 38-пнст). М.: Стандартинформ. 2020. 11 с.
17. Предварительный национальный стандарт ПНСТ 430-2020 «Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 2. Типовая архитектура» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 августа 2020 г. N 39-пнст). М.: Стандартинформ. 2020. 13 с.
18. Предварительный национальный стандарт ПНСТ 431-2020 «Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 3. Цифровое представление физических

производственных элементов» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 августа 2020 г. N 40-пнст). М.: Стандартинформ. 2020. 14 с.

19. Предварительный национальный стандарт ПНСТ 432-2020 «Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 4. Обмен информацией» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 августа 2020 г. N 41-пнст). М.: Стандартинформ. 2020. 16 с.

20. Предварительный национальный стандарт ПНСТ 428-2020 «Умное производство. Двойники цифровые производства. Элементы визуализации цифровых двойников производства» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 августа 2020 г. N 37-пнст). М.: Стандартинформ. 2020. 5 с.

21. Бодрунов С.Д. Стратегия перехода к новому мирохозяйственному укладу и ноообществу: индустриальный аспект // Экономика промышленности. 2023. № 16 (2). С. 135–140.

22. Бодрунов С.Д. Генезис ноономики: НТП, диффузия собственности, социализация общества, солидаризм // Экономическое возрождение России. 2021. № 1 (67). С. 5–14.

23. Филипова И.А. Создание метавселенной: последствия для экономики, социума и права // Сетевое издание «Journal of Digital Technologies and Law». 2023. N 1 (Vol. 1). С. 7–32.

24. Морозов А.В., Панамарев Г.Е., Гусеница Я.Н. Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «ИТ-технологии». Сборник трудов II Всероссийской научно-технической конференции. Анапа. 2023. С. 7-18.

25. Панамарева О.Н. Ключевые составляющие механизма цифровой трансформации сложных организационно-технических систем как мезооснования гетеродоксальной экономики // Вестник Московского финансово-юридического университета МФЮА. 2024. № 1. С.40–60.

### **Prerequisites for developing the concept of a smart digital twin of complex organizational and technical systems of the mesoeconomic level**

Panamareva O. N.

*Innovativ Technopolis «ERA»*

*353456, Russia, Anapa, Pionerskiy dst., 41*

email: [era\\_otd1@mil.ru](mailto:era_otd1@mil.ru)

The paper presents the main prerequisites formulated by the author, based on the use of methods of deduction, induction, generalization, system analysis, that determine the feasibility of developing and implementing a smart digital twin of complex organizational and technical systems located at the mesoeconomic level of management. As the latter, it is proposed to consider domestic maritime transport hubs, due to the concentration in their space of different levels of economic actors, whose relationships are of a complex mutualistic nature, business models are subject to transformation against the background of social changes, and the presence of a variety of technical, technological and organizational tools used to implement their economic activities in particular and in general.

Based on the use of an integrated approach, according to the identified prerequisites, key requirements have been formed that the digital twin of this type of system must meet.

*Keywords:* prerequisites, smart digital twin, complex organizational and technical systems, mesoeconomic level, sustainable economic development, economic security.

## References

1. Digital twins in industry: origins, concepts, current level of development and examples of implementation. – [Electronic resource]. URL: <https://digitaltwin.ru/digital-twins-in-industry/> (03/14/2024).
2. The concept of "Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication" // A Whitepaper by Dr. Michael Grieves, 2014.
3. DRAFT modeling, simulation, information technology & processing road map. Technology Area 11. – [Electronic resource]. URL: <https://www.emacromall.com/reference/NASA-Modeling-Simulation-IT-Processing-Roadmap.pdf> (02/03/2024).
4. Aminov K.A., Lyandau Yu.V. Digital transformation of the oil and gas complex as a way to increase the efficiency of production processes in the fuel and energy sector // Innovations and investments. 2023. No. 1. pp. 258-261.
5. Aniskin Yu.P. Strategic corporate changes in the conditions of development of digital twins of company management // ESGI. 2021. No. 3 (31). pp. 6-16.
6. Degtyareva V.V., Murzintseva D.A. Digitalization as a competitive advantage of Rosatom State Corporation // Bulletin of GUU. 2021. No. 12. pp. 34-39.
7. Vichugova A. Digitalization of production and digital twins: combining PLM, IoT Big Data. – [Electronic resource]. URL: <https://bigdataschool.ru> (02/03/2024).
8. Kasyanova N.T., Tumasheva E.S. The market of digital twins: stimulating and constraining factors // Bulletin of innovative technologies. 2023. No. 1 (25). pp. 30-35.
9. Rechkalov A.V., Artyukhov A.V., Kulikov G.G., Novikov V.N. The concept of a systematic representation of the subject area in the formation of a digital twin of the production process of a machine-building enterprise // Bulletin of the Ufa State Aviation Technical University. 2022. Issue. 26. No. 1 (95). pp. 120-135.
10. Cities use Digital twins to effectively implement BIM and GIS technologies, thereby improving the quality of life of their citizens // CAD and Graphics. 2020. No. 3(281). pp. 4-10.
11. Digital twin technologies in transport corridors for sea and waterways in Russia / V.P. Kupriyanovsky, A.A. Klimov, I.G. Gotz [et al.] // International Journal of Open Information Technologies. Vol. 8. 2020. No. 12. pp. 113-132.
12. Digitalization of production and digital twins: combining PLM, IoT and BIG DATA. – [Electronic resource]. URL: <https://www.bigdataschool.ru/blog/digital-twin-plm-iot-big-data.html> (02/03/2024).
13. Seliverstova N.S., Sabitov R.A., Smirnova G.S. Approaches to managing logistics processes in the digital economy // Russian Journal of Economics and Law. 2022. No. 3. pp. 566-576.

14. The national standard of the Russian Federation GOSTR 57700.37-2021. Computer models and modeling. Digital counterparts of products. General provisions. (approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated September 16, 2021 N 979-st). Moscow: Russian Institute of Standardization. 2021. 15 p.
15. Sysoeva E.A. National standard of the Russian Federation in the field of digital twins // Competence. 2022. No. 3. С. 10-13.
16. Preliminary national standard PNST 429-2020 "Smart manufacturing. Digital production doubles. Part 1. General provisions" (approved and put into effect by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated August 7, 2020 N 38-pnst). Moscow: Standartinform. 2020. 11 p .
17. The preliminary national standard PNST 430-2020 "Smart manufacturing. Digital production doubles. Part 2. Standard Architecture" (approved and put into effect by order of the Federal Agency for Technical Regulation and the Metro.
18. Preliminary national standard PNST 431-2020 "Smart manufacturing. Digital production doubles. Part 3. Digital representation of physical production elements" (approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated August 7, 2020 N 40-pnst).  
Moscow: Standartinform. 2020. 14 p .
19. Preliminary national standard PNST 432-2020 "Smart manufacturing. Digital production doubles. Part 4. Information exchange" (approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated August 7, 2020 N 41-pnst). Moscow: Standartinform. 2020. 16 p .
20. Preliminary national standard PNST 428-2020 "Smart manufacturing. Digital production doubles. Visualization elements of digital production twins" (approved and put into effect by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated August 7, 2020 N 37-pnst). Moscow: Standartinform. 2020. 5 p.
21. Bodrunov S.D. The strategy of transition to a new world economic system and a new society: the industrial aspect // The economics of industry. 2023. No. 16 (2). pp. 135-140.
22. Bodrunov S.D. The genesis of nononomics: NTP, diffusion of property, socialization of society, solidarity // The economic revival of Russia. 2021. No. 1 (67). pp. 5-14.
23. Filipova I.A. Creation of the metaverse: consequences for the economy, society and law // Online publication "Journal of Digital Technologies and Law". 2023. N 1 (Vol. 1). pp. 7-32.
24. Morozov A.V., Panamarev G.E., Caterpillar Ya.N. The state and prospects of development of modern science in the field of "IT technologies". Proceedings of the II All-Russian Scientific and Technical Conference. Anapa. 2023. pp. 7-18.
25. Panamareva O.N. Key components of the mechanism of digital transformation of complex organizational and technical systems as the meso-basis of a heterodox economy // Bulletin of the Moscow University of Finance and Law MFUA. 2024. No. 1. pp.40-60.