



Инесса Зубрицкая,
доцент кафедры
маркетинга Белорусского
национального
технического
университета, кандидат
экономических наук,
доцент;
zubritskaya@tut.by

Аннотация. В результате анализа тенденций развития рынка Индустрии 4.0 и цифровых инициатив определены социально-экономические и технико-технологические особенности новой экономико-технологической парадигмы, выявлены предпосылки формирования экономического киберфизического пространства (ЭКФП) на национальном уровне. Систематизированы изыскания представителей немецкой, французской (континентальной), англосаксонской и российской школ пространственной экономики, рассмотрены их теоретико-методологические схемы. Определены постулаты экономического киберфизического пространства и предложена его авторская трактовка, обоснована актуальность тематики научного исследования.

Ключевые слова: смена производственной парадигмы, цифровая трансформация, Индустрия 4.0, экономическое киберфизическое пространство.

Для цитирования:
Зубрицкая И. Экономическое киберфизическое пространство: теоретико-методологический генезис и современные тенденции формирования и развития // Наука и инновации. 2024. №9. С. 48–51.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-09-48-51>

Экономическое киберфизическое

пространство:

теоретико-методологический генезис и современные тенденции формирования и развития

УДК 338.3(476)

Начало Четвертой промышленной революции характеризуется масштабным внедрением в производственную сферу промышленных роботов, применением аддитивного и НМИ (Human-machine interface) [1] оборудования, беспилотных летательных и наземных транспортных средств, промышленных электронных датчиков и других устройств, сочетающих передовые производственные технологии искусственного интеллекта, промышленного Интернета вещей, ИКТ, обеспечивающих сетевую интеграцию киберфизических объектов и их сквозное бесшовное взаимодействие. Внедрение технологий машинного зрения, виртуальной и дополненной реальности, блокчейн-систем и систем мониторинга состояния производственного оборудования, а также использование цифровых двойников физических объектов позволяет субъектам хозяйствования увеличивать производительность, снижать издержки, а следовательно, повышать экономическую эффективность, ранее не достижимую в рамках серийного производства, формировать, стимулировать и удовлетворять персонализированный (индивидуализированный) спрос на промышленную продукцию.

Цифровая трансформация как начальный и современный этап Четвертой промышленной революции оказывает преобразующее воздействие на все секторы современной экономики, существенно влияет на социально-экономические, общественно-политические отношения, на самого человека, изменяя его пове-

дение и мировоззрение [2]. То есть новая экономико-технологическая парадигма сопровождается созданием умного (интеллектуального) пространства киберфизических систем, под которым понимается физическая среда, где люди и технологические системы взаимодействуют во все более открытых, взаимосвязанных, скоординированных и интеллектуальных экосистемах на корпоративном, межотраслевом, национальном и международном уровнях [3].

Таким образом, трансформационные процессы в экономическом пространстве, формирующемся вокруг человека и его потребностей путем организации и объединения киберфизических систем различного функционального назначения, обучаемых и связанных в сквозные адаптивные структуры, управляемые искусственным интеллектом, предоставляют новые возможности для совершенствования средств труда и повышения его качества, обладающих огромным потенциалом для инновационного роста всех сфер жизнедеятельности и роста благосостояния.

В этом смысле цифровая трансформация играет решающую роль, а ее наиболее значимая проблема заключается в том, как реализовать этот потенциал. Ведь речь идет не просто о развитии и применении передовых технологий, а об обеспечении эффективной экономической политики. Если ее не будет, то, несмотря на широкое использование Интернета, от цифровизации можно будет получить лишь весьма ограниченные выгоды.

В Государственной программе «Цифровое развитие Беларуси на 2021–2025 гг.» в подпрограмме «Цифровое развитие отраслей экономики» для решения задач по совершенствованию инструментов диджитал-экономики в различных отраслях народного хозяйства предусмотрена цифровая трансформация субъектов хозяйствования, а также создание государственных цифровых платформ. В частности, там определена разработка программируемых технических средств, внедрение которых позволит применять цифровые модели, имитирующие реально существующие объекты для управления их жизненным циклом. «...Мероприятия, направленные на цифровую трансформацию производственных процессов и управления ими, предусматривают выполнение реинжиниринга и оптимизации бизнес-процессов отечественных предприятий с использованием передовых производственных технологий...» [4]. Целевым критерием государственной программы, характеризующим задачи цифровизации промышленности, является количество отечественных предприятий, внедривших функци-

ональные возможности промышленной цифровой платформы на базе технологий Индустрия 4.0 [4]. Это свидетельствует о намерении белорусского государства формировать киберфизические производственные системы для повышения эффективности национальной конкурентоспособности.

Анализ мирового опыта цифровой трансформации промышленности [5] показывает, что одной из основных отличительных особенностей Четвертой промышленной революции является делегирование рутинных и части интеллектуальных функций, ранее осуществляемых и поддерживаемых только людьми, киберфизическим производственным системам. Сегодня концепция Индустрии 4.0 применяется мировыми промышленными гигантами, такими как Basler (Германия), Universal Robot (Дания), Stratasys (Израиль), Cisco Systems, Cognex Corporation, Emerson Electric, Honeywell International, General Electric, IBM, Intel, Nvidia, John Bean Technologies Corporation, 3D Systems (США), ABB (Швейцария), Advantech, Techman Robot (Тайвань), Daifuku (Япония).

Несмотря на это, цифровой сектор составляет менее 10% большинства экономик, если измерять его по добавленной стоимости, доходу или занятости [6].

Современную экономику принято называть цифровой, поскольку цифровизация играет ключевую роль почти во всех видах экономической деятельности. И вместе с ростом мирового рынка цифровых ресурсов [7] и киберфизических объектов их дальнейшая связанность приводит к формированию и развитию глобального экономического киберфизического пространства.

Отчеты аналитических компаний SNS Insider Research и Global Market Insights за 2023 г. показывают, что емкость современного рынка Индустрии 4.0, которая оценивается в зависимости от количества охватываемых сегментов, составляет от 78,44 до 114,3 млрд долл. Эксперты прогнозируют, что к 2030 г. она достигнет от 305,01 до 555,1 млрд долл. при среднегодовом темпе роста от 18,5 до 20,2% [8, 9].

Происходящие процессы трансформации сопровождаются сквозной связанностью производственных и бизнес-систем, коллаборацией интеллекта человека и искусственного интеллекта, возникновением новых бизнес-моделей и генерирования цифрового капитала, ранее не исследованными результатами развития экономического киберфизического пространства [10].

В этом контексте требуется постановка научной проблематики его формирования и становления ЭКФП, уточнения теоретического генезиса, разработки методологий и методик для решения задач

Школа пространственной экономики	Основные представители школы	Основные теоретико-методологические схемы, разработанные школами пространственной экономики
Немецкая	Т. Хегерстанд	Теория пространственной диффузии нововведений Взаимосвязи между пространством и экономическими процессами
	М. Блауг	Эволюционный подход, основанный на изучении сил, приводящих экономику в неравновесное состояние в условиях необратимости исторических изменений
	И.Г. фон Тюнен, В. Лаунхардт	Анализ частичного равновесия
Французская (континентальная)	Ш. Монтескье, Ж.-Р. Будвилль Видаль де ла Баша, Ф. Перру, К. Понсар	Методология организации экономического пространства на различных уровнях – национальном, региональном и локальном Введено понятие «пространство» в экономический анализ и разработана концепция абстрактного экономического пространства. Обоснована научная проблематика поляризованного экономического развития и концепция полюсов роста Теория инновационных сред Методология индикативного планирования
	Б. Пекёр, А. Торр, Ж.-П. Жилли, К. Дюуи, Ж.-Б. Циммерманн, Г. Коллетис	Теория близости
Англосаксонская	А. Венаблес, П. Кругман, М. Фуджита, М. Портер	Теория пространственной экономики, объединяющая микро- и макроэкономические концепции в их пространственном проявлении Принципы общего равновесия, эндогенность факторов развития и возрастающей отдачи от масштаба в условиях несовершенной конкуренции и однородного пространства Кластерная концепция пространственной экономики
Российская	И.Г. Александров, К.И. Арсеньев, В.П. Безобразов, Е.Ф. Канкрин, Н.А. Ковалевский, Н.Н. Колосовский, Н.Д. Кондратьев, .И. Скворцов, А.Н. Челинцев, А.В. Чаянов А.Г. Гранберг, А.Г. Аганбегян, К.А. Багриновский	Инструментарий пространственного анализа межрегиональных экономических связей Теория районирования Постановка проблем взаимодействия пространственных экономических агентов Формирование агломерационного эффекта как результата оптимального взаимодействия всех территориальных фрагментов экономической системы Попытки адаптации и применения моделей пространственного анализа на основе модели межотраслевого баланса

Анализ методологических основ пространственной экономики

* Систематизировано на основе [12–16]

в сфере экономики и управления народным хозяйством, касающихся обеспечения гуманитарной безопасности [11] и эффективного стратегического управления сбалансированным экономическим и устойчивым ростом страны в современных условиях.

В результате уточнения теоретического генезиса выделены следующие научные школы пространственной экономики: немецкая, французская (континентальная), англосаксонская (таблица) и их основные теоретико-методологические подходы.

Рассмотрение существующих теоретико-методологических схем позволяет выделить базовые характеристики экономического киберфизического пространства, такие как совокупность поляризованных подпространств (субпространств), каждое из которых в общем случае может обладать своим собственным состоянием равновесия, а общее равновесие определяется равновесием в каждом из субпространств.

Применение методологического подхода французского экономиста Ф. Перру к экономике как неоднородной системе с неравенством и различиями в размерах производства, капитала, информации и деятельности позволяет обосновать теоретические постулаты ЭКФП:

- *экономические отношения формируются с участием доминирующих субъектов и подчиненных объектов, что исключает равноправие субъектно-объектных отношений;*
- *неравенство приводит к деформации и поляризации экономического киберфизического пространства вокруг полюсов экономического роста;*

- **Summary.** In this scientific study, the socio-economic and technical and technological features of the new economic and technological paradigm are highlighted. As a result of the analysis of trends in the development of the Industry 4.0 market and digital initiatives adopted in the world, the prerequisites for the formation of an economic cyber-physical space at the national level have been identified, and the relevance of the subject of scientific research has been substantiated. Based on the analysis of the evolutionary development of spatial economics, the research of scientific schools is systematized and theoretical and methodological schemes belonging to representatives of the German, French (continental), Anglo-Saxon and Russian schools of spatial economics are analyzed. As a result, the postulates of the economic cyberphysical space are developed and the author's interpretation of the concept of economic cyber-physical space is proposed.
- **Keywords:** industrial paradigm shift, digital transformation, Industry 4.0, economic cyber-physical space.
- <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-09-48-51>

- наиболее эффективные и быстрорастущие отрасли, обладающие эффектами масштаба, производительности и инноваций, стимулируют экономическую экспансию и рост всей экономической структуры ЭКФП;
- объектная основа пространства образована межобъектными экономическими отношениями, изменяющимися по форме и содержанию вследствие деформации ЭКФП вокруг быстрорастущих отраслей.

Вместе с тем в экономическом киберфизическом пространстве необходимо учитывать синергетические эффекты, присущие только ему как на национальном, так и наднациональном уровне вне территориальной привязки к государствам и регионам, и основанные на общих разделяемых ценностях и межобъектной связанности.

Этим новым межобъектным экономическим отношениям, не изучаемым ранее, свойственен обмен нематериальными цифровыми активами, их систематизация, анализ и оценка, на основе которой принимаются решения и организуется диспетчеризация задач, а также осуществляется мониторинг их выполнения подчиненными киберфизическими производственными системами.

Таким образом, в результате проведенного исследования получены новые знания об экономическом киберфизическом пространстве, в котором формируются краткосрочные и долгосрочные экономические отношения между объектами и субъектами на основе потребительского спроса, рыночного предложения, конкуренции. Межобъектная экономическая деятельность может быть охарактеризована затратами потребления цифровых ресурсов ее участниками и получаемым дополнительным доходом в виде цифрового капитала [17], что может принести множество интересных и неожиданных улучшений в нашу жизнь. ■

Статья поступила в редакцию
03.05.2024 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Д.С. Сверчков. Разработка человеко-машинного интерфейса и его применение в системах управления // Труды Крыловского государственного научного центра. 2018. Спец. выпуск №1. С. 184–190.
2. Л.Н. Нехорошева. Цифровая трансформация экономики: новая технологическая парадигма и перспективные направления развития экономических систем различного уровня // Белорусский экономический журнал. 2022. №1. С. 97–115.
3. И.А. Зубрицкая. Национальная киберфизическая экосистема: теоретические и методологические аспекты // Наука и инновации. 2023. №3 (241). С. 43–47.
4. О Государственной программе «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 гг. Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 02.02.2021 г., № 66 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. – Минск, 2024.
5. И.А. Зубрицкая. Анализ мирового опыта цифровой трансформации промышленности и методологические аспекты // Цифровая трансформация. 2019. №1 (6). С. 21–35.
6. M.R., Simionescu, M. Raileanu. Regional Patterns and Drivers of the EU Digital Economy. Soc Indic Res. 2020. 150, 95–119 (2020) // https://www.researchgate.net/publication/339145751_Regional_Patterns_and_Drivers_of_the_EU_Digital_Economy.
7. И.А. Зубрицкая. Методологический подход к измерению емкости мирового рынка цифровых ресурсов: альтернативные показатели цифрового развития стран // Журнал международного права и международных отношений. 2023. №1 (104). С. 64–72.
8. Industry 4.0 Market Size, Growth and Trends Report 2023//https://www.researchgate.net/publication/368921343_Industry_40_Market_Size_Growth_and_Trends_Report_2023.
9. Industry 4.0 Market // <https://www.gminsights.com/industry-analysis/industry-4-0-market>.
10. Зубрицкая И.А. Экономика киберпространства: теоретические аспекты / И.А. Зубрицкая // Устойчивое развитие в условиях глобальных вызовов: сб. науч. ст.: / под ред. Е.В. Викторовой. – СПб., 2022. С. 127–133.
11. О перечне государственных программ научных исследований на 2021–2025 гг. Постановление Совета Министров Республики Беларусь 27.07.2020 г. № 438 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. – Минск, 2024.
12. Ф. Перру. Экономическое пространство: теория и приложения // Пространственная экономика. 2007. №2. С. 77–93.
13. A. Torre Jalons pour une analyse dynamique des Proximités // Revue d'Économie Régionale et Urbaine. 2010. №3. P. 409–437.
14. M. Fujita. The Spatial Economy. Cities, Regions, and International Trade / M. Fujita, P. Krugman, A.J. Venables. – Cambridge, 1999.
15. М. Портер. Экономическое развитие регионов // Пространственная экономика. 2006. №4. С. 115–139.
16. П.А. Минакир. Пространственная экономика: эволюция подходов и методология / П.А. Минакир, А.Н. Демьяненко // Пространственная экономика. 2010. №2. С. 6–32.
17. И.А. Зубрицкая. Цифровой капитал: показатели новой экономики // Новая экономика. 2022. №2 (80). С. 234–246.