



Формирование промышленной метавселенной в рамках развития промышленных систем

Евгения Николаевна Елисева

Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», Москва, Россия

✉ eliseeva.en@misis.ru

Аннотация. В статье раскрывается проблематика пространственного развития предпринимательства в условиях трансформации (цифровизации) экономических систем на основе конвергенции экономических, технологических и инфраструктурных миров, формирующих новую реальность – «промышленную метавселенную». В исследовании рассматривается Стратегия пространственного развития Российской Федерации, задающая устойчивый рост за счет использования системности и интеграции территориального развития. В рамках проведенного анализа пространственного развития представлены цифровизированные проекты, являющиеся важнейшим условием формирования метавселенной, обеспечивая создание новых форм делового взаимодействия. Исследование подтверждает, что развитие промышленной метавселенной можно считать ответом на новые технологические, экономические, социальные и экологические вызовы.

Ключевые слова: трансформация, цифровизация, устойчивое развитие, конвергенция, инновации, пространственные системы, промышленная метавселенная, стратегия, цифровые элементы архитектуры

Для цитирования: *Елисева Е.Н.* Формирование промышленной метавселенной в рамках развития промышленных систем // Экономические системы. 2025. Том 18, № 3. С. 90–105. DOI 10.29030/2309-2076-2025-18-3-90-105.

Original article

The formation of an industrial metaverse within the framework of the development of industrial systems

Evgenia N. Eliseeva

National University of Science and Technology «MISIS», Moscow, Russia

✉ eliseeva.en@misis.ru

Abstract. The article reveals the problems of sustainable development in the context of the transformation (digitalization) of economic systems based on the convergence of economic, technological and infrastructural worlds forming a new reality – the “industrial metaverse”. The study describes the Spatial Development Strategy of the Russian Federation, which sets sustainable growth through the use of consistency and integration of territorial development. As part of the analysis of spatial development, digitalized projects are presented, which are the most important condition for the formation of a meta-universe that ensures the creation of new forms of business interaction. The study confirms that the development of the industrial metaverse can be considered a response to such technological, economic, social and environmental challenges.

Keywords: transformation, digitalization, sustainable development, convergence, innovation, spatial systems, industrial metaverse, strategy, digital elements of architecture

For citation: Eliseeva E.N. The formation of an industrial metaverse within the framework of the development of industrial systems. *Economic Systems*. 2025;18(3):90-105. (In Russ.). DOI 10.29030/2309-2076-2025-18-3-90-105.

Введение

Современная экономика переживает трансформацию, в рамках которой пространственные системы становятся ключевым драйвером промышленного развития. Пространственные системы – это комплексные технологии и методы, позволяющие интегрировать анализ (для изучения), моделирование (для воспроизводства), которые взаимодействуют с физическим пространством через объединение цифровых данных и материальным реальным миром. Пространственные системы служат основой для создания интеллектуальных сред, где каждый объект, процесс или явление привязан к координатам, что обеспечивает их мониторинг, проактивное управление и прогнозирование.

Основная часть

Конвергенция экономических, технологических и инфраструктурных миров формирует новую реальность – «промышленную метавселенную» (рис. 1).

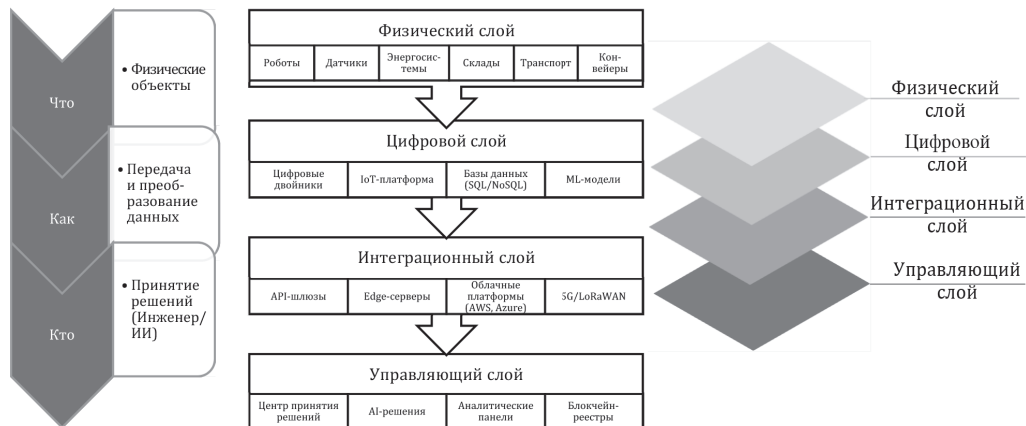


Рисунок 1 – Уровни промышленной метавселенной

Источник: составлено автором.

Промышленная метавселенная включает в себя физический уровень (объекты, например, оборудование), цифровой уровень (для передачи и преобразования данных, полученных от объектов, например облако с цифровым двойником, где отображаются тепловая карта износа оборудования), интерфейсы (кто принимает решения, например инженер в VR-очках проверяет виртуальный объект или искусственный интеллект).

В этой реальности взаимодействующими сторонами выступают государство и предпринимательство. Государство, осуществляя регуляторные функции, осуществляет автоматизированные комплаенс-проверки, осуществляет выдачу цифровых лицензий. Предпринимательство активно внедряет и использует цифровые продукты, что формирует новый тип ИИ-аналитики, являющейся базой для оценки результата развития как на уровне предприятия, так и на уровне государства [1]. На рис. 2 показаны основные функциональные элементы сотрудничества государства и бизнеса в цифровой среде.

В этой реальности взаимодействие государства и бизнеса определяет новую траекторию роста, основанную на снижении затрат, оптимизации бизнес-процессов и повышении эффективности деятельности.

Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года [2] (далее – Стратегия) задает системный подход к управлению территориальным развитием, интеграции промышленных кластеров и созданию условий для устойчивого роста.

В указанной Стратегии раскрываются два важных понятия, определяющие основные типы экономических систем: геостратегическая территория Российской Федерации и городская агломерация. А также предусмотрены 19 показателей, по которым даны целевые индикаторы на 2030 год и прогнозные значения на 2036 год (табл. 1).

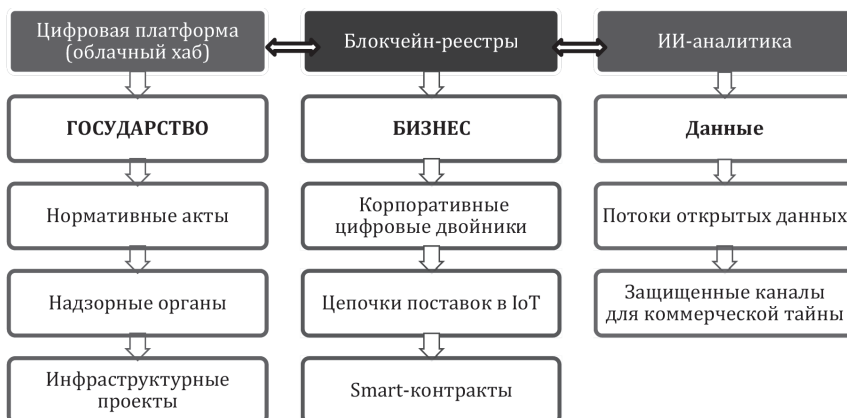


Рисунок 2 – Участники формирования промышленной метавселенной

Источник: составлено автором.

Таблица 1 – Целевые индикаторы Стратегии пространственного развития Российской Федерации до 2030 года с прогнозом до 2036 года

Направление развития	Показатель	Цель на 2030 год	Прогноз на 2036 год
Экономика и промышленность	Доля высокотехнологичных отраслей в ВВП, %	15	20
	Производительность труда (годовой рост), %	5	6–7
	Количество промышленных кластеров, шт.	50	70+
	Несырьевой экспорт, млрд руб.	350	500
Инфраструктура	Транспортные коридоры (новые/модернизированные), шт.	5	8–10
	Интернет-покрытие, % территории	100	100 + 5G/6G
	Логистические хабы, шт.	20	30+
Социальная сфера	Население, млн чел	148	150
	Доходы в депрессивных регионах, в % от среднего	80	85–90
	Ввод жилья, млн м ² /год	120	140
Экология	Снижение углеродного следа, %	30	45–50
	Доля ВИЭ, %	10	15
	Рекультивация земель, %	30	50

Направление развития	Показатель	Цель на 2030 год	Прогноз на 2036 год
Наука и технологии	Расходы на НИОКР (% ВВП)	2,5	3,5
	Технологические долины, шт.	10	15–20
	Патенты (в год), тыс. шт.	50	70–80
Безопасность	Импортозамещение, % по критичным товарам	80	90+
	Цифровой рубль, степень внедрения	Внедрен	Основная валюта ЕАЭС
	Товарооборот в ЕАЭС/БРИКС (годовой рост), %	7	8–9

Источник: составлено автором на основе [2].

Как видно из табл. 1, приведенные в программе показатели представляют собой ключевые характеристики пространственного развития в шести ключевых направлениях: экономика и промышленность; инфраструктура; социальная сфера; экология; наука и технологии; безопасность. Во всех группах, кроме направления «Экология», есть показатели, создающие условия для цифровизации, например такие, как доля высокотехнологичных отраслей в ВВП и/или те, которые могут быть отнесены к ее результатам, например такие, как интернет-покрытие, цифровой рубль и т. д.

Термин «геостратегическая территория Российской Федерации» объединяет экономическую, социальную, географическую составляющие данного вида экономической системы, подчеркивая ее роль в обеспечении условий для функционирования и развития государства и его территорий, граждан и бизнеса.

На рис. 3 представлены городские агломерации России, готовые развивать и поддерживать Стратегию.

Городская агломерация – форма расселения, включающая одно или несколько ядер городской агломерации и прилегающую территорию. Как видно из рис. 3, наиболее яркой из существующих на сегодня практик проникновения цифровизации в вопросы пространственного развития можно считать проект «Умный город», реализуемый в следующих направлениях: безопасный город, благосостояние людей, цифровое городское управление, инвестиционный климат и городская среда [2, 4]. В соответствии со Стратегией проект «Умный город» – это концепция интеграции информационных и коммуникационных технологий, направленная на формирование эффективной системы управления городским хозяйством, создание безопасных и комфортных условий для жизни горожан [2].

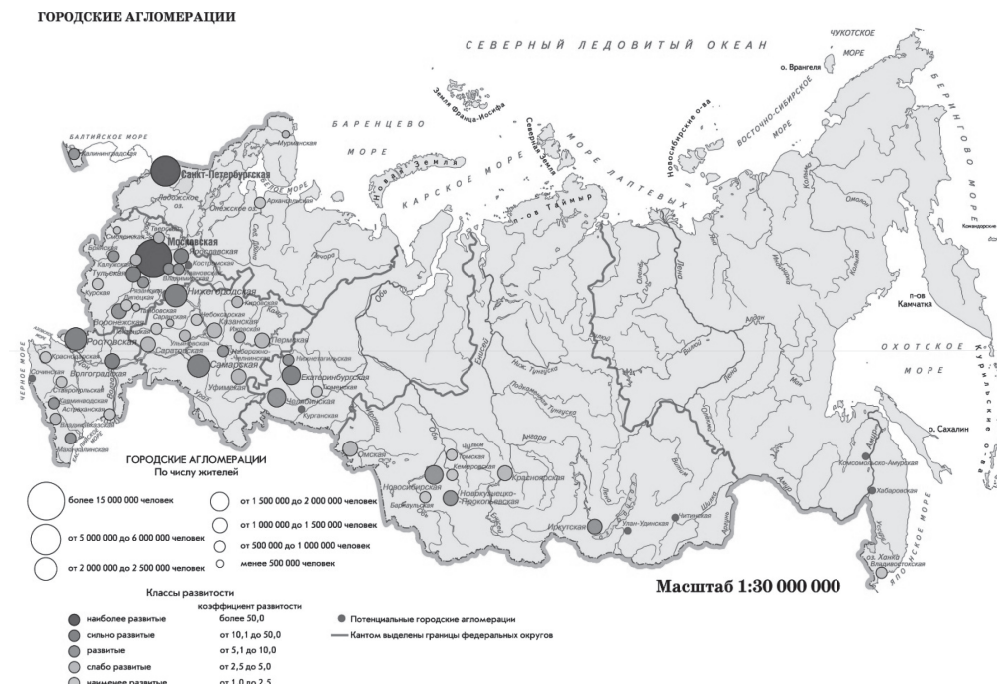


Рисунок 3 – Городские агломерации

Источник: составлено автором на основе [3].

Сегодня на основе этой концепции функционируют 183 города. Кроме того, реализуются более тысячи проектов, где применяются информационные и коммуникационные технологии для управления городским хозяйством и создания безопасных и комфортных условий для жизни горожан на основе использования беспилотного транспорта, «Интернета вещей», искусственного интеллекта, Big Data, 5G.

Планируется, что к 2030 г. количество «умных городов» увеличится до 300. В качестве основных факторов формирования «умных городов» называются два, связанных с цифровизацией. Первый фактор – реализация правительственных инициатив по цифровизации, второй – востребованность цифровых решений благодаря полученным эффектам от их внедрения.

В качестве потребителей «умного города» указываются жители, бизнес, научное сообщество и органы городского управления. К цифровым элементам архитектуры «умного города» относятся: цифровая инфраструктура и данные, которые генерируются инфраструктурой, приложениями и пользователями. Ожидается, что реализация концепции «Умный город» окажет многостороннее позитивное влияние на жизнь граждан и развитие бизнеса.

В качестве примеров успешной реализации проекта «Умный город» можно назвать интеллектуальную транспортную систему для организации дорожного движения в Москве, позволившую на 50% уменьшить дорожные пробки и на 30% снизить количество ДТП. Это стало возможным в результате использования информационных технических систем, справляющихся с огромным количеством данных: о дорожном движении, городском транспорте, светофорах и так далее.

В основе описанной системы управления дорожным движением лежит технология, которая объединяет физический и цифровой миры, позволяя компьютерам воспринимать, анализировать и взаимодействовать с окружающим пространством в режиме реального времени. Технологической основой подобных проектов являются: компьютерное зрение и нейросети, датчики движения, облачные вычисления, интерфейсы дополненной и смешанной реальности и многое другое, позволяющее принимать обоснованные решения по управлению городской транспортной системой. Понятно, что активно используемые сегодня элементы пространственных вычислений, такие как дополненная реальность, виртуальная реальность, смешанная реальность, искусственный интеллект и компьютерное зрение, могут быть активно задействованы в промышленном развитии [5].

Таким образом, прикладное значение цифровизации проявится в формировании нового типа проектов – «умное цифровое производство», – подобных «умному городу». Для подобных проектов нужны различные цифровые элементы следующих категорий: аппаратные компоненты, программные технологии, данные, интерфейсы и инфраструктура, для которой понадобятся облачные платформы, 5G-сети и блокчейн (табл. 2).

Широкое использование пространственных вычислений является необходимым условием формирования метавселенной, в которой виртуальный мир, имитирующий реальные машины и заводы, позволит осуществить его фотореалистичную симуляцию. В результате новых форм делового взаимодействия, возникающих в расширяющемся цифровом пространстве, возникнет промышленная метавселенная, которая станет пространством для развития новых рынков, прогнозы которых по оптимистическому, консенсус- и консервативному прогнозам в период до 2030 года представлены на рисунках 4, 5, 6.

Процесс развития метавселенных уже идет: от отдельных островов метавселенных в 2022 г. до подключения экосистемы метавселенной в 2025 г. (см. рис. 5).

Если далее развитие метавселенных будет столь же эволюционным и поступательным, как сегодня, то к 2030 г. можно ожидать формирования автономной, интеллектуальной, единой метавселенной (см. рис. 6). В промышленности это будет означать формирование метавселенной, представляющей собой новый этап цифровой трансформации, по важности сравнимый с Индустрией 4.0. Надо понимать, что решение амбициозных задач развития промышленной метавселенной требует не только инновационных цифровых технологий, но и создания передовой компьютерной техники. И то и другое требует колоссальных инвестиций [9; 10, с. 562–563]. Такие инвестиции уже осуществляются.

Таблица 2 – Компоненты и элементы пространственных вычислений

Категория	Элементы	Описание	Примеры применения
Аппаратные компоненты	Датчики (лидары, камеры, гироскопы)	Собирают данные о физическом пространстве	Сканирование помещений для AR-навигации
	Устройства AR/VR (очки, гарнитуры)	Обеспечивают взаимодействие с цифровыми объектами	Обучение хирургов в VR-среде
	Вычислительные модули (GPU, процессоры)	Обработывают пространственные данные в реальном времени	Анализ городского трафика на edge-устройствах
Программные технологии	Компьютерное зрение	Распознает объекты и их расположение	AR-фильтры в социальных сетях
	Искусственный интеллект (AI)	Анализирует данные и прогнозирует изменения	Оптимизация логистических маршрутов
	3D-моделирование и рендеринг	Создает цифровые двойники и виртуальные объекты	ВМ-проектирование зданий
Данные	Геопространственные данные (GIS)	Карты, координаты, топографическая информация	Планирование городской инфраструктуры
	Данные IoT-устройств	Показания датчиков температуры, движения, влажности	Умные фабрики с мониторингом оборудования
	Реалтайм-данные	Потоковая информация о перемещениях и изменениях	Навигация беспилотных автомобилей
Интерфейсы	AR/VR/MR-интерфейсы	Позволяют пользователям взаимодействовать с гибридной средой	Виртуальные примерочные в ретейле
	Голосовые и жестовые управления	Естественные способы ввода команд	Управление промышленным оборудованием жестами
	Тактильная обратная связь (haptics)	Передает физические ощущения от цифровых объектов	VR-тренажеры для пилотов с имитацией вибрации
Инфраструктура	Облачные платформы	Хранение и обработка больших объемов пространственных данных	Цифровые двойники городов на облачных серверах
	5G и сети с низкой задержкой	Обеспечивают передачу данных в реальном времени	Удаленное управление роботами на производстве
	Блокчейн	Защищает данные и транзакции в пространственных системах	Учет перемещения товаров в цепочках поставок

Источник: составлено автором по данным [6, 7, 8].

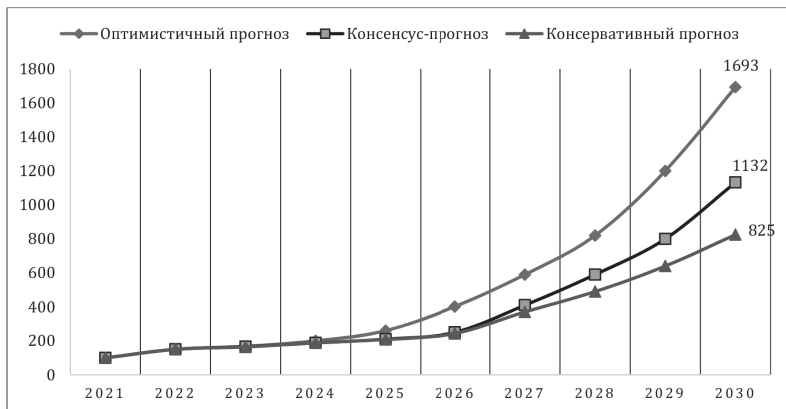


Рисунок 4 – Объемы и динамика глобального рынка метавселенных, 2021–2030 гг, млрд долл.¹

Источник: составлено автором на основе [7, с. 20–22].

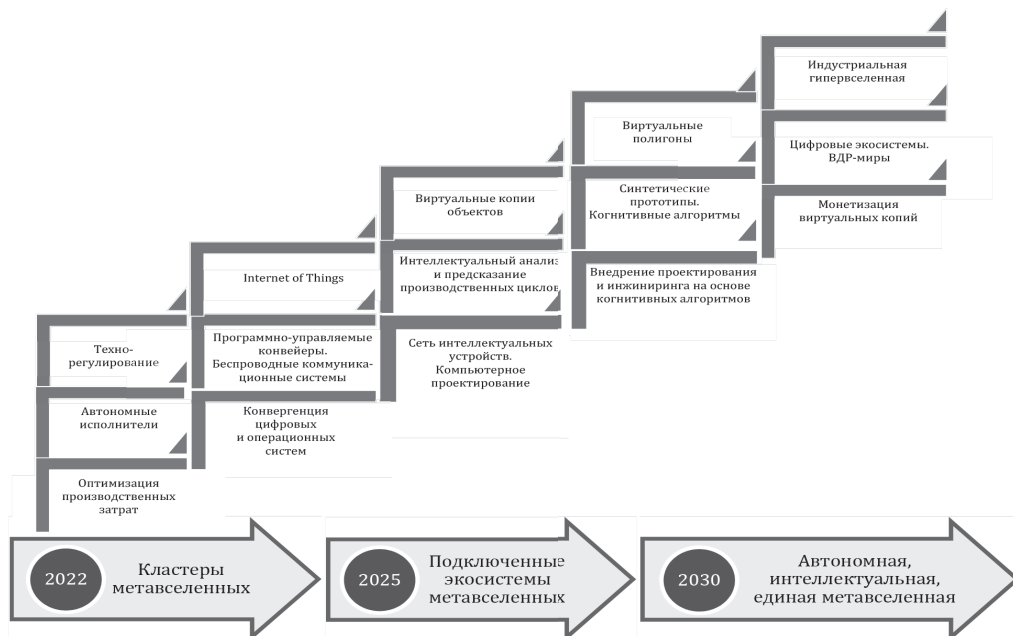


Рисунок 5 – Перспективы эволюции промышленных метавселенных: от «островов» к унифицированной интеллектуальной метавселенной

Источник: составлено автором по данным [7, с. 24–30].

¹ Источник: ЦСР «Северо-Запад» по данным Global Data, Grand View Research, Allied Markets Research, PS market research, SM Market Research, Verified Market Research, BCG, Pw.

Массовая виртуальная среда	Бизнес-ориентированное цифровое пространство	Производственная киберэкосистема
<p>Доходы мирового сектора интерактивных цифровых пространств</p>	<p>Финансовые показатели международного сегмента решений для коллективного погружения и сопутствующих инноваций</p>	<p>Прибыль в мировом масштабе от виртуальных прототипов, моделирования и корпоративных расширенных реальностей</p>
<p>Развитие за счет расширения пользовательской базы</p> <p>Базируется на рыночных тенденциях и эффекте масштаба</p> <p>Диверсифицированные доходы с увеличением после 2026 г.</p>	<p>Развитие через генерацию бизнес-преимуществ</p> <p>Основано на разработке инновационных продуктов и технологий</p> <p>Средний уровень доходности с прогрессом после 2025 г.</p>	<p>Развитие через оптимизацию производственных показателей</p> <p>Базируется на интеграции умных систем и цифровых решений</p> <p>Значительная доходность с ускоренным развитием</p>

Рисунок 6 – Глобальные рынки метавселенной в разрезе функциональных типов, 2021–2030 гг., млрд долл.¹

Источник: составлено автором по данным [7, с. 22].

По данным за 2022 г. стоимость инвестиций, связанных с формированием метавселенной, составила 15–20 млрд долларов. Из них, на долю фондов венчурного капитала пришлось 6–8 млрд долл., на сделки слияния и поглощения – 90–100 млн долл., а на внутренние корпоративные инвестиции – 15–20 млрд долл. Подобные инвестиции оправданы [11].

В процессе развития пространственных систем и проникновения метавселенной в повседневную жизнь создаются определенные технологические, экономические, экологические и социальные риски. В данной ситуации важно определить условия стабилизации по вышеуказанным вызовам и рискам (табл. 3).

На преодоление и предотвращение каких вызовов и угроз мировой и российской экономики должно быть направлено развитие промышленной метавселенной? В первую очередь развитие промышленной метавселенной можно считать ответом на такие технологические вызовы, как цифровое неравенство, киберугрозы и технологическая безработица.

Промышленная вселенная может стать ответом на экономические угрозы монополизации экономики, рост нестабильной занятости и геополитической конкуренции в добывающих отраслях (рис. 7).

¹ Источник: MIT Technology Review.

Таблица 3 – Вызовы, риски и формы стабилизации метавселенной

Вызовы	Риски	Стабилизация
Технологические	<p>Цифровое неравенство: ускоренная конвергенция технологий (Индустрия 4.0, IoT, AI) может углубить разрыв между развитыми и развивающимися странами</p> <p>Киберугрозы: уязвимость интегрированных промышленных систем перед хакерскими атаками и саботажем</p> <p>Технологическая безработица: автоматизация и роботизация приведут к исчезновению традиционных профессий, требуя масштабной переквалификации</p> <p>Концентрация капитала: доминирование глобальных корпораций в «промышленной вселенной» может подавлять малый и средний бизнес</p>	<p>Глобальные образовательные инициативы: создание международных программ переквалификации для подготовки кадров к цифровой экономике</p> <p>Субсидирование технологий для развивающихся стран: финансовая и техническая поддержка внедрения AI, IoT и автоматизации в менее развитых регионах</p> <p>Кибербезопасность: разработка единых стандартов защиты данных и промышленных систем</p>
Экономические	<p>Смещение спроса на узкоспециализированные кадры, рост прекариата (нестабильной занятости)</p> <p>Сырьевая зависимость: несмотря на цифровизацию, сохранится давление на ресурсодобывающие отрасли, что усилит геополитическую конкуренцию</p> <p>Перепотребление ресурсов: интеграция пространственных систем увеличит нагрузку на экосистемы (энергия, вода, редкоземельные металлы)</p>	<p>Антимонопольное регулирование: контроль за доминирующими корпорациями, поддержка малого и среднего бизнеса через налоговые льготы и гранты</p> <p>Гибкие рынки труда: внедрение системы lifelong learning (непрерывного образования), развитие удаленной работы и фриланс-экономики</p> <p>Диверсификация ресурсной базы: инвестиции в переработку отходов, замкнутые производственные циклы и альтернативные материалы</p> <p>Зеленые технологии: массовый переход на ВИЭ, водородную энергетику и биоразлагаемые материалы</p>

Окончание табл. 3

Вызовы	Риски	Стабилизация
Экологические	<p>Климатические дисбалансы: рост промышленных выбросов в условиях ускоренного производства усугубит проблему глобального потепления</p> <p>Отходы нового поколения: электронный и промышленный мусор от высокотехнологичных производств потребует инновационных решений по утилизации</p> <p>Поляризация общества: усиление разрыва между «цифровой элитой» и низкоквалифицированными слоями населения</p>	<p>Циркулярная экономика: внедрение принципа zero waste на производствах, налоги на углеродный след</p> <p>Международные экологические стандарты: жесткие квоты на выбросы (аналоги Парижского соглашения) для транснациональных корпораций</p> <p>«Зелёная» урбанизация: строительство умных городов с автономной энергетикой, перерабатывающими комплексами и цифровым управлением</p>
Социальные	<p>Урбанизационный коллапс: гиперконцентрация производства и населения в мегаполисах приведет к кризисам инфраструктуры и экологии</p> <p>Потеря идентичности: глобализация стандартов может нивелировать культурные и региональные особенности</p>	<p>Социальные лифты: программы поддержки талантов из низкодоходных групп, квоты на высокотехнологичные профессии</p> <p>Сохранение культурного кода: поощрение локальных производственных традиций в глобальных цепочках (например, этнодизайн в 3D-печати)</p>

Источник: составлено автором по данным [9, с. 155–156; 12; 13].

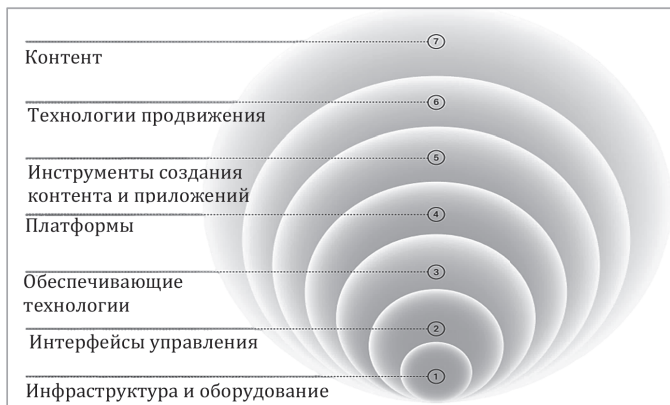


Рисунок 7 – Конвергенция миров

Источник: по данным [7, с. 11].

Как видно из рис. 7, именно цифровые технологии и экосистемные решения создают промышленную вселенную, которая нацелена повысить качество антимонопольного регулирования, улучшить гибкость рынков труда и диверсифицировать ресурсную базу, например за счет замкнутых производственных циклов. Промышленная метавселенная со временем позволит дать качественное решение по экологическим угрозам потребления ресурсов, климатических дисбалансов и за счет вторичного использования отходов на основе цифровых решений [15, 16].

Заключение

Таким образом, развитие промышленной вселенной может стать полезным для снижения социальных рисков поляризации общества, урбанизационного коллапса и потери идентичности. Решения по социальной стабилизации на основе промышленной метавселенной будут результативны в том случае, если они будут реализовываться при участии государства. Практика показывает высокую значимость результативного взаимодействия государства и бизнеса по вопросам пространственного развития. Это особенно важно сегодня, когда на наших глазах происходит конвергенция материального и цифрового мира и пространственные системы создают новую реальность, которую можно обозначить как промышленную вселенную.

Список источников

1. Митенков А.В. Рождение метавселенной и предпосылки трансформации управления в организации: экоаспект // Менеджмент в России и за рубежом. 2024. № 4. С. 56–62.
2. Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года : распоряжение Правительства РФ

от 28.12.2024 № 4146-р. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_495567 (дата обращения: 18.05.2025).

3. Городские агломерации России / География. URL: <https://geographyofrussia.com/gorodskie-aglomeracii-rossii> (дата обращения: 18.05.2025).

4. Мясков А.В., Елисева Е.Н. Устойчивое развитие отечественных промышленных предприятий как фактор эффективности цифровых преобразований // Экономические системы. 2024. Т. 17, № 4. С. 12–27.

5. Елисева Е.Н., Зинькова А.В. Ключевые теоретические аспекты цифрового становления компании: подходы и методы // Финансовый менеджмент. 2025. № 2. С. 120–130.

6. Митенков А.В., Елисева Е.Н. Эволюция инновационных экосистем и трансформация бизнеса // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. 2024. Т. 17, № 2. С. 154–165.

7. Bystrov A.V., Radaykin A.G. Strategic Potential of Industrial Metaverses in the Conditions of Mobilization Economy // Strategizing: Theory and Practice. 2022. Vol. 2. No. (3). P. 377–389. URL: <https://jstrategizing.ru/en/issues/20746/20734> (дата обращения 21.05.2025).

8. Источники новых индустрий: экспертно-аналитический доклад. Вып. 5. Промышленные метавселенные / Д.В. Санатов [и др.]. URL: <https://spb.energy/wp-content/uploads/2023/07/Промышленные-метавселенные.pdf> (дата обращения 21.05.2025).

9. Источники новых индустрий. Вып. 5. Промышленные метавселенные / ЦСР „Северо-Запад“. 2023. URL: https://ai.gov.ru/knowledgebase/votraslyakh/2023_istochniki_novyh_industriy_vypusk_5_promyshlennye_metavselennye_csr_severo-zapad_ (дата обращения 21.05.2025).

10. Современное инженерное образование : учеб. пособие / А.И. Боровков [и др.]. URL: csg-nw.ru/publications/detail.php?ID=582 (дата обращения: 21.05.2025).

11. Кузьмина А.А. Обзор сущности инновационного потенциала и методических подходов к его оценке // Самоуправление. 2023. № 1 (134). С. 562–565.

12. Как мало мы знаем о метавселенных: статистика и факты. URL: https://maff.io/media/metaverse_statistics (дата обращения: 18.05.2025).

13. We could run out of data to train AI language programs. URL: <https://www.technologyreview.com/2022/11/24/1063684/we-could-run-out-of-data-to-train-ai-language-programs/> (дата обращения: 18.05.2025).

14. Пронин А.Ю. Менеджмент устойчивого развития инновационно-активных предприятий в современных условиях цифровой трансформации // Экономика и управление в машиностроении. 2024. № 4. С. 32–36.

15. Lv Z., Fridenfalk M. Digital Twins for Building Industrial Metaverse. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2023.11.019> (дата обращения: 18.05.2025).

16. Zhihan Lyu, Mikael Fridenfalk. Digital Twins for Building Industrial Metaverse. URL: https://www.researchgate.net/publication/375899970_Digital_Twins_for_Building_Industrial_Metaverse (дата обращения: 18.05.2025).

References

1. Mitenkov A.V. The birth of the metaverse and the prerequisites for the transformation of management in an organization: an ecological perspective. *Management in Russia and abroad*. 2024;(4):56-62. (In Russ.).

2. On approval of the Spatial Development Strategy of the Russian Federation for the period up to 2030 with a forecast up to 2036 : Decree of the Government of the Russian Federation dated

12/28/2024 No. 4146-R. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_495567. (In Russ.).

3. Urban agglomerations of Russia. *Geography of Russia*. URL: <https://geographyofrussia.com/gorodskie-aglomeracii-rossii>. (In Russ.).

4. Myaskov A.V., Eliseeva E.N. Sustainable development of domestic industrial enterprises as a factor of effectiveness of digital transformations. *Economic systems*. 2024;17(4):12-27. (In Russ.).

5. Eliseeva E.N., Zinkova A.V. Key theoretical aspects of the company's digital development: approaches and methods. *Financial Management*. 2025;(2):120-130. (In Russ.).

6. Mitenkov A.V., Eliseeva E.N. The evolution of innovative ecosystems and business transformation. *Bulletin of the South Russian State Technical University (NPI). Series: Socio-economic sciences*. 2024;17(2):154-165. (In Russ.).

7. Bystrov A.V., Radaykin A.G. The strategic potential of industrial metaverses in the Conditions mobilization economy. *Strategizing: theory and practice*. 2022;2(3):377-389. URL: <https://jstrategizing.ru/en/issues/20746/20734>.

8. Sources of new industries: expert and analytical report. Iss. 5. Outstanding scientists / D.V. Sanatov [et al.]. URL: <https://spb.energy/wp-content/uploads/2023/07/Industrial-metaverses.pdf>. (In Russ.).

9. Sources of new industries. Issue 5. Industrial metaverses. CSR «North-West». 2023. URL: https://ai.gov.ru/knowledgebase/votraslyakh/2023_istochniki_novyh_industriy_vypusk_5_promyshlennye_metavselennye_csr_severo-zapad_. (In Russ.).

10. Modern engineering education : textbook. thank you / A.I. Borovkov [et al.]. URL: csr-nw.ru/publications/detail.php?ID=582. (In Russ.).

11. Kuzmina A.A. Review of the essence of innovation potential and methodological approaches to its assessment. *Self-management*. 2023;(1(134)):562-565. (In Russ.).

12. How little we know about the metaverse: statistics and facts. URL: https://maff.io/media/metaverse_statistics. (In Russ.).

13. We could run out of data to train AI language programs. URL: <https://www.technologyreview.com/2022/11/24/1063684/we-could-run-out-of-data-to-train-ai-language-programs>.

14. Pronin A.Y. Management of sustainable development of innovatively active enterprises in modern conditions of digital transformation. *Economics and management in mechanical engineering*. 2024;(4):32-36. (In Russ.).

15. Lev Z., Friedenfalk M. Digital doubles for building an industrial metaverse. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2023.11.019>.

16. Zhikhan Lyu, Mikael Friedenfahl. Digital Twins for Building Industrial Metaverse. URL: https://www.researchgate.net/publication/375899970_Digital_Twins_for_Building_Industrial_Metaverse.

Информация об авторе / Information about the author

Евгения Николаевна Елисеева – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой экономики Национального исследовательского технологического университета «МИСИС», Москва, Россия, ORCID 0000-0001-7985-3484, eliseeva.en@misis.ru.

Evgenia N. Eliseeva – Ph.D. in economic sciences, associate professor, head of the Department of Economics, National University of Science and Technology «MISIS», Moscow, Russia, ORCID 0000-0001-7985-3484, eliseeva.en@misis.ru.

Конфликт интересов / Conflict of interests

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declare no relevant conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 02.06.2025; одобрена после рецензирования 01.07.2025; принята к публикации 15.07.2025.

The article was submitted 02.06.2025; approved after reviewing 01.07.2025; accepted for publication 15.07.2025.