

Стратегическое управление развитием промышленной EICSG-экосистемы Индустрии 5.0¹

А.В. Бабкин, Л.Р. Батукова, Е.В. Шкарупета, Л.В. Ташенова, Лэйфэй Чэнь

УДК: 338.1

DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2024-5-287-300

Аннотация. Целью авторов было выработать рекомендации для эффективной интеграции научных достижений и образовательных ресурсов в процессы устойчивого развития промышленных экосистем. Исследование выполнено в парадигме организационной системотехники. Впервые разработан концепт промышленной EICSG-экосистемы в контексте Индустрии 5.0, объединяющий в себе элементы экологической, интеллектуальной, киберсоциальной и управленческой резильентности с научно-образовательным механизмом. Предложены концептуальные составляющие эффективного развития промышленных EICSG-экосистем, обеспечивающих организационный фундамент Индустрии 5.0. Определены предпосылки стратегического управления такой экосистемой. Разработан научно-образовательный механизм для их эффективного развития.

Ключевые слова: Индустрия 5.0; промышленная экосистема, EICSG-экосистема; механизм развития; стратегическое управление

Введение

Текущий исторический момент проявляет себя глобальными системными трансформациями всех сфер человеческой цивилизации. Важнейшая из сфер, где происходят особенно масштабные и жесткие изменения, – это промышленность. Ее трансформация осуществляется на всех уровнях.

- На макроуровне формируется принципиально новый киберинформационный, комплексный, интегрированный механизм государственно-частного, программно-целевого управления стратегическим и тактико-оперативным развитием [Солтаханов, Захарова, 2021].

- На мезоуровне ускоренно возникают и тиражируются новые формы структурно-функциональной организации и институционального саморегулирования. К их числу относятся EICSG-экосистемы², в которые преобразуются промышленные киберсоциальные кластеры. Процесс обусловлен объективной

¹ Публикация подготовлена в рамках проекта фундаментальных и поисковых научных исследований (№ 23–28–01316), поддержанного РНФ в 2023–2024 гг.

² EICSG (E-environmental, I – intelligent, CS- cyber-social, G- governance) – экологические, интеллектуальные, киберсоциальные, управленческие.

необходимостью перехода промышленности на принципы фундаментальной интегративности и бимодальности. Последняя представляет собой бинарность существования промышленных мезоорганизационных агрегатов одновременно в традиционной и информационной ИТ-модальности [Бабкин, Батукова, 2023; Позднеев и др., 2023; Babkin et al., 2023].

- На микроуровне происходит радикальная перестройка системы отношений труда и сути трудовой деятельности, изменяются роль и место человека в промышленном производстве. В основе этих процессов – движение к новым уровням сознания человека и общества за счет смены качества мировоззренческой парадигмы, а также переход к новому, более продвинутому базисному минимуму когнитивно-культурного и социального кейса специалиста промышленности [Федюнина и др., 2024].

Цель настоящего исследования – разработка стратегических рекомендаций для улучшения управленческих практик, интеграции научных достижений и современных образовательных ресурсов в процессы устойчивого развития промышленных экосистем, адаптированных к требованиям и вызовам Индустрии 5.0.

Задачи исследования включают:

- формирование концептуальных основ эффективного развития промышленной EICSG-экосистемы Индустрии 5.0;
- выявление предпосылок стратегического управления такой экосистемой;
- разработку научно-образовательного механизма этого управления.

Вновь формирующиеся промышленные EICSG-экосистемы, призванные обеспечить организационный фундамент Индустрии 5.0, – это новые мезоорганизационные агрегаты промышленности. Они формируются сегодня как лидеры нового интегрального киберинформационного способа производства и одноименного общества. Промышленные EICSG-экосистемы призваны стать генераторами «выходов» нового промышленного кейса. К числу таких «выходов» относятся: продукты и услуги, способствующие развитию; институты и инвестиции для роста; система трудовых отношений, развивающая человека; новые смыслы, мотивы и формы трудовой деятельности; планетарное сознание и преобразующий интеллект специалиста, работника общественного производства – человека-творца [Бабкин, Батукова, 2023].

Для того чтобы EICSG-экосистемы могли выполнять эту генерирующую функцию, в их контур должны быть включены специальные научно-образовательные механизмы, поскольку только они смогут обеспечить необходимое возвращение интеллектуально-культурного и социального капитала специалиста.

Обзор литературы и исследований

Стратегическое управление научно-образовательным механизмом для эффективного развития промышленных EICSG-экосистем в контексте

Индустрии 5.0 – это сложная комплексная задача, различные аспекты которой активно прорабатываются в российских и зарубежных исследованиях.

Так, в одной из работ [Мещерякова, Черняев, 2022] акцентируется внимание на необходимости формирования экосистемы промышленного предприятия, адаптированной к условиям ESG-трансформации. В другой [Malevskaja-Malevich, 2024] – исследуются возможности «зеленого» финансирования для поддержки устойчивого развития промышленных экосистем умных городов в контексте циркулярной экономики. В работах китайских коллег анализируются двусторонние эффекты выполнения ESG-обязательств промышленными компаниями и их влияние на зеленую инновационность [Zhu et al., 2023]; влияние промышленной агломерации на корпоративные показатели ESG [Guo et al., 2023]; влияние ESG-деятельности на стоимость компаний и оценку эффективности управления промышленными парками [Chang, Lee, 2022; Kao, 2023]. Группа авторов из Волгограда [Litvinova et al., 2023] рассматривают интеграцию ESG-принципов в практику управления предприятиями агропромышленного комплекса. Есть разработки по использованию графовых нейронных сетей для анализа влияния ESG-рейтингов на промышленные цепочки [Liu et al., 2023]. П.А. Дегтярев акцентирует внимание на особенностях формирования цифровой экосистемы промышленных предприятий для обеспечения их устойчивого развития [Дегтярев, 2023]. В работе малайзийских авторов [Sun, Saat, 2023] рассматривается, как интеллектуальное производство влияет на ESG-показатели производственных компаний.

Однако в ходе проведенного эмпирического анализа баз данных научных публикаций нам не удалось найти труды, объектом исследования в которых выступает не просто ESG-экосистема Индустрии 5.0, а интеллектуальная киберсоциальная промышленная ESG-экосистема (в авторской интерпретации – EICSG-экосистема). Попытка концептуально очертить такой новый объект была предпринята в конце 2023 г. консалтинговой компанией EY в дискуссионном отчете³, посвященном конвергентности искусственного интеллекта и ESG-факторов. В указанном документе признается, что слияние искусственного интеллекта и факторов экологического, социального и управленческого характера (ESG) является ключевым событием в современном быстро меняющемся бизнес-ландшафте.

Авторы отчета провели глубокий анализ симбиотической связи между этими двумя феноменами, дали критическую оценку влияния искусственного

³ Artificial intelligence ESG stakes // YE. 2023. URL: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_ca/topics/ai/ey-artificial-intelligence-esg-stakes-discussion-paper.pdf (дата обращения: 01.04.2024).

интеллекта на показатели ESG и предложили практические рекомендации по смягчению потенциальных проблем. Интегрировав искусственный интеллект в управление рисками и стратегии ESG, промышленные экосистемы смогут не только достичь своих целей в области устойчивого развития, но и открыть новые возможности для стимулирования устойчивого развития и организационных инноваций.

Материалы и методы

Исследование выполнено в парадигме организационной системотехники, концептуально восходящей к теории систем, методологически – к системному подходу и организационному анализу системо-общества. Под системо-обществом понимается глобальная метасистема общественного бытия человека, формируемая естественными механизмами социальной самоорганизации и объективно прогрессирующая в ходе исторической эволюции [Бойченко, 2010].

Системо-общество объективно а) встроено в естественное бытие на уровне материальной (прямо/фактологически идентифицируемой) и идеальной/абстрактной (косвенно идентифицируемой) организации в составе всех своих компонентов; б) взаимодействует с прочими компонентами естественного бытия через материальную и идеальную/абстрактную организацию; в) эволюционирует совместно со своим естественным окружением в глобальном цивилизационном историческом процессе.

Эволюция системо-общества происходит под воздействием гиперфункции научно-технологического прогресса в четырех проекциях [Сайко, 2016]:

- *проекция коллективного сознания* проявляется в осознании обществом себя как «сущей целостности»; определяется законами и принципами организации социальных и биосоциальных отношений и систем;
- *проекция индивидуального сознания и личностной эволюции* проявляется в осознании индивидом себя как «человека общества»;
- *проекция эволюции способа производства и энергообеспечения производственной сферы* отражает способ промышленного производства;
- *проекция научно-технологической организации системы труда* проявляется в виде концептуальных законов и принципов организационной и научно-технологической эволюции видов, способов и форм трудовой деятельности человека в обществе.

В настоящем исследовании авторы исходили из концепции историко-диалектической смены основных типов общества, формируемых объективным воздействием научно-технологического прогресса. Историко-диалектический подход, использованный для сопряженного исследования закономерностей и противоречий эволюции промышленности системо-общества, позволил обнаружить и теоретически обосновать закономерности и модели современного переходного периода. На этой основе был выработан ряд концептуальных теоретических

и теоретико-практических механизмов, полезных для организации промышленных EICSG-экосистем в качестве базиса становления Индустрии 5.0.

Концептуальные основы эффективного развития промышленной EICSG-экосистемы Индустрии 5.0

Сегодня все более масштабно разворачивается глобальный процесс перехода к новой геоэкономической и геополитической реальности (далее – «новая реальность»). Изменения идут широким фронтом во всех сферах общества, включая экономико-хозяйственный механизм. Новая реальность, в свою очередь, знаменует собой развертывание интегрального киберинформационного общества. В контексте положений организационной системотехники можно выделить следующие важнейшие характеристики последнего:

1) фундаментальная интегративность, возникшая как результат многомерной интегрированности его систем, процессов и механизмов;

2) бимодальность, представленная бинарной информационно-традиционной ИТ-модальностью (причем информационная модальность «прошивает» традиционную и становится незаменимой для бытия общества в принципе);

3) устойчивость развития на основе воспроизводящегося цикла «знание – сознание – новое знание – новое сознание – (предполагается, что генерируемое обществом знание технично, с небольшим лагом, имплицитно в сознание общества, порождая его новый виток, а тот в ответ оперативно порождает новое знание и т.д.);

4) цифровая среда становится второй основной экосредой общества в дополнение к традиционной (естественной);

5) на смену автоматизации приходит роботизация, радикально трансформируя промышленную сферу, систему труда и институциональный ландшафт общественных отношений;

6) финансово-корпоративный кейс из системы по извлечению прибыли постепенно трансформируется в интеллектуальную координирующе-регуляторную систему по достижению устойчивого эволюционирования факторов производства и сред воспроизводства системо-общества;

7) искусственный интеллект активно отвоевывает у человека пространство в области принятия управленческих решений.

Важнейшим этапом на пути к новой реальности интегрального киберинформационного общества является возникновение и ускоренное эволюционирование промышленной EICSG-экосистемы Индустрии 5.0, которая расширяет рамки классического понимания ESG-развития, включая в себя экологические (E), интеллектуальные (I), киберсоциальные (CS) и управленческие (G) компоненты. Эти компоненты образуют сложную конвергентную систему, в которой взаимодействуют друг с другом синергетически, способствуя устойчивому развитию промышленных систем

в условиях зарождающихся реалий Индустрии 5.0, создавая новый уровень коэволюции и эмерджентности.

В контексте промышленных EICSG-экосистем Индустрии 5.0 *экологический* компонент подчеркивает стремление к минимизации воздействия на окружающую среду и активному использованию принципов различных концепций устойчивости (циркулярной экономики, зеленой экономики, синей (голубой) экономики, концепции «от колыбели к колыбели», эффективной экономики, биомимикрии, концепции эко-инноваций, регенеративного дизайна, промышленной экологии, промышленного симбиоза, концепции биоэкономики и др.) для создания замкнутых циклов производства и потребления [Babkin et al., 2023]. Такой подход не только решает экологические проблемы, но и повышает эффективность использования ресурсов и сохраняет природный капитал, необходимый для долгосрочного промышленного процветания.

Интеллектуальный компонент подчеркивает ключевую роль человеческого капитала, инноваций и знаний. Он предполагает использование коллективного (естественного и машинного) интеллектуального потенциала для повышения эффективности и конкурентоспособности за счет исследований и разработок, применения искусственного интеллекта, машинного обучения и аналитики больших данных. Речь идет о создании экосистемы, которая постоянно учится и развивается, используя интеллектуальные ресурсы для создания прорывных инноваций и адаптивных решений.

Киберсоциальная интеграция, компонент CS, отражает уникальное слияние цифровых технологий с социальными процессами, направленное на повышение благосостояния населения, улучшение качества жизни и обеспечение инклюзивности в доступе к информационным ресурсам и технологиям. Он подразумевает создание цифровой среды, способствующей сотрудничеству, обмену знаниями и вовлечению общества, укрепляя тем самым социальную структуру промышленной экосистемы.

Наконец, составляющая *управления* подчеркивает необходимость изменения традиционных подходов к управлению с учетом динамики киберсоциальной экономики. Она требует создания прозрачных, гибких и адаптивных управленческих структур, способных эффективно реагировать на изменения внешней среды и обеспечивать участие заинтересованных сторон в процессах принятия решений.

Таким образом, экосистема EICSG в Индустрии 5.0 представляет собой интеллектуальную инфраструктуру, объединяющую технологические достижения с экологическим и социальным менеджментом, опирающуюся на надежные механизмы управления. Эта модель способствует устойчивости, адаптивности и росту, обеспечивает вклад промышленной деятельности в благосостояние общества и окружающей среды, используя преобразующий потенциал цифровой эпохи.

Авторами систематизированы концептуальные составляющие эффективного развития промышленных EICSG-экосистем (рисунок), заключающиеся в создании интегрированной, интеллектуально насыщенной и гибко управляемой системы, которая способна эффективно функционировать и развиваться в условиях динамичной среды Индустрии 5.0.



Источник рисунка. Разработано авторами.

Концептуальные составляющие эффективного развития промышленных EICSG-экосистем в условиях Индустрии 5.0

Суть концептуального подхода, представленного на рисунке, заключается в коэволюции технологических парадигм, когда скачок от Индустрии 3.0 (или 4.0) к Индустрии 5.0 означает не просто постепенный технологический прогресс, а комплексную интеллектуализацию экономики.

Эта интеллектуализация характеризуется, в частности, эволюционным сдвигом в институциональном взгляде на предприятия: от социальных институтов, заключенных в закрытые системы, к открытым экосистемам, динамичным, взаимосвязанным и экспансивным. Промежуточные формы этой эволюции – сети и платформы, представляющие собой полузакрытые предприятия, которые постепенно переходят к открытой модели, характерной для экосистем [Гудкова, 2019].

Системные компоненты EICSG-экосистем выстраиваются в спектр от физических систем, которые формируют материальную инфраструктуру, до киберфизических, которые объединяют физические операции с вычислительными процессами и далее ведут к киберсоциальным системам, в рамках которых социальные взаимодействия объединены с киберсетями. Вершиной этой эволюции является интеллектуальная киберсоциальная экосистема, использующая передовые вычислительные возможности, аналитику данных и машинное обучение для создания самоосознающей и самосовершенствующейся промышленной среды [Граничин, Сергеев, 2020; Li, 2022; Голенков и др., 2024]. Существуют описания такой среды в электроэнергетике [Бушуев, 2017], станкостроении [Кутин и др., 2023], на транспорте [Корягин и др., 2023], в программе для ЭВМ [Филиппова и др., 2023].

В основе этих систем лежат технологические компоненты: информационные технологии для передачи данных и связи, информационные системы, обеспечивающие структурированную базу для операций, и цифровые технологии, прокладывающие путь к инновациям. На этом технологическом фундаменте возникают цифровые решения, подпитываемые цифровым мышлением, которое воплощает в себе конвергенцию человеческого и искусственного интеллектов, что приводит к созданию более умных, отзывчивых и эффективных промышленных экосистем.

Уровневые компоненты расчленяют EICSG-экосистему на составные части. Они включают в себя объекты (кластеры, парки и зоны), которые определяют физическое пространство промышленности, структурные компоненты (такие как платформы), которые обеспечивают интеграцию и взаимодействие различных участников экосистемы, процессные компоненты (такие как сети), способствующие потоку и обмену информацией и ресурсами, инновационные элементы (инкубаторы и центры), служащие питательной средой для новых идей и технологий, в которой инновации не только поощряются, но и систематически реализуются.

Наконец, сами компоненты EICSG представляют собой столпы устойчивости и резильентности промышленной экосистемы. Экологический компонент обеспечивает бережное отношение к окружающей среде, интеллектуальный способствует созданию и применению знаний, киберсоциальный обогащает сообщество и цифровое взаимодействие, а управленческий гарантирует финансовую жизнеспособность и рыночную конкурентоспособность экосистемы. Все эти компоненты переплетаются между собой, работая согласованно, формируя тем самым надежную, устойчивую и перспективную промышленную экосистему, которая будет хорошо подготовлена к решению проблем и использованию возможностей Индустрии 5.0.

Научно-образовательный механизм управления промышленной EICSG-экосистемой Индустрии 5.0

Промышленная EICSG-экосистема, учитывая присущую ей сложность и широту входящих в нее компонентов, требует стратегического дальновидного и адаптивного управления. Последнее должно учитывать взаимозависимость всех компонентов экосистемы и активно стремиться к балансу и гармонизации экологической устойчивости, интеллектуальности, киберсоциальной интеграции и управления.

Интеллектуальный человеческий капитал – важнейший актив в экосистеме EICSG, требующий для своего развития особой среды, способствующей непрерывному обучению и инновациям. Стратегическое управление в этом контексте включает в себя развитие талантов, управление знаниями и создание сетей сотрудничества, стимулирующих обмен идеями и опытом. Стратегия эффективного развития промышленной EICSG-экосистемы предусматривает выявление и внедрение интеллектуальных технологий, повышающих эффективность принятия решений и операционной деятельности; формирование среды, поддерживающей непрерывное развитие человеческого капитала; создание моделей управления, в которых приоритетными являются прозрачность, адаптивность и способность быстро реагировать на внешние шоки и вызовы.

Научно-образовательный механизм в рамках развития такой системы основан на симбиотической и интегративной модели, объединяющей академические исследования, потребности промышленности и технологические достижения. Этот подход предполагает объединение образовательных учреждений с промышленными экосистемами для стимулирования двунаправленного потока знаний, инноваций и квалифицированного человеческого капитала, необходимого для процветания в условиях Индустрии 5.0.

Отличительные особенности научно-образовательного механизма в рамках эффективного развития промышленной EICSG-экосистемы:

- *человеко-машинное сотрудничество*. Искусственный интеллект не заменяет человеческий, а дополняет его. Стратегический подход к интеллектуальному капиталу предполагает создание синергии между работниками и системами искусственного интеллекта, где люди предоставляют контекстуальные знания, а искусственный интеллект – аналитические возможности;
- *образование и развитие трудовых ресурсов*. Подготовка рабочей силы к интеграции искусственного интеллекта является стратегическим императивом, включающим в себя программы обучения и тренингов для повышения квалификации работников, чтобы они могли работать с системами искусственного интеллекта и понимать их функциональность и преимущества;
- *адаптивное обучение и непрерывное совершенствование*. Системы искусственного интеллекта в экосистемах EICSG должны быть разработаны

таким образом, чтобы учиться на результатах и постоянно совершенствоваться. Для этого необходимы алгоритмы, способные к адаптивному обучению и самооптимизации в ответ на изменение условий окружающей среды и рынка.

Выводы

В работе даны стратегические рекомендации для улучшения управленческих практик, интеграции современных научных достижений и образовательных ресурсов в процессы устойчивого развития промышленных экосистем, адаптированные к требованиям и вызовам Индустрии 5.0.

Предложен уникальный концепт промышленной EICSG-экосистемы, который предстает как организационный фундамент новой индустриальной эры, обусловленной глубокой интеграцией цифровых, физических, биологических и социальных технологий. Выявлены и детально описаны основы ее эффективного развития, включая технологические, управленческие, образовательные и научные аспекты.

Особое внимание уделено предпосылкам стратегического управления и важнейшим характеристикам перехода к интегральному киберинформационному обществу, что подчеркивает необходимость согласованной работы всех элементов системы в условиях новой экономической и социальной реальности.

Разработанный категориальный аппарат и механизмы научно-образовательного взаимодействия в рамках промышленной EICSG-экосистемы заложили основу для понимания трансформаций, происходящих в сфере высшего образования и науки в ответ на вызовы Индустрии 5.0. Это позволяет определить новые требования к качеству и структуре подготовки специалистов, а также к процессу генерации и распространения научно-технологических знаний, сформировать комплексный подход к стратегическому управлению научно-образовательным механизмом в контексте развития промышленной EICSG-экосистемы в эпоху Индустрии 5.0.

Литература / References

- Бабкин А.В., Батукова Л.Р.* Концептуальные основы многомерного системного моделирования механизма устойчивого ESGC-развития киберсоциальной промышленной экосистемы кластерного типа // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*. 2023. № 3(47). С. 17–37. <https://doi.org/10.21685/2227-8486-2023-3-2>
- Babkin, A.V., Batukova, L.R. (2023). Conceptual bases of multidimensional system modelling of the mechanism of sustainable ESGS-development of cybersocial industrial ecosystem of cluster type. *Models, systems, networks in economics, engineering, nature and society*. Vol. 47. No. 3. Pp. 17–37. (In Russ.). <https://doi.org/10.21685/2227-8486-2023-3-2>
- Бойченко М.И.* Социально-философское видение системосозидательного характера мировоззрения // *Вестник НТУУ «КПИ»*. Серия: Философия. Психология. Педагогика. 2010. № 3(30). С. 18–22.

- Boychenko, M.I. (2010). Socio-philosophical vision of the system-creating nature of worldview. *KPI Bulletin. Series: Philosophy. Psychology. Pedagogy*. Vol. 30. No. 3. Pp. 18–22. (In Russ.).
- Бушуйев В.В. Неоэргатическая (человеко-машинная информационно-когнитивная) электро-энергетика // Энергия единой сети. 2017. № 6(35). С. 74–82.
- Bushuev, V.V. (2017). Neoergatic (human-machine information-cognitive) energy. *Unified Network Energy*. Vol. 35. No. 6. Pp. 74–82. (In Russ.).
- Голенков, В.В., Гулякина, Н.А., Шункевич, Д.В. Методологические проблемы и стратегические цели создания интеллектуальных компьютерных систем нового поколения // Цифровая трансформация. 2024. Т. 30. № 1. С. 40–51. <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-1-40-51>
- Golenkov, V.V., Gulyakina, N.A., Shunkevich, D.V. (2024). Methodological problems and strategic goals of creating next-generation intelligent computer systems. *Digital Transformation*. Vol. 30. No. 1. Pp. 40–51. (In Russ.). <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-1-40-51>
- Граничин, О.Н., Сергеев, С.Ф. Предпосылки к созданию искусственных разумных систем // Самоорганизация и искусственный интеллект в группах автономных роботов: методология, теория, практика: Коллективная монография / Под ред. О.Н. Граничина, С.Ф. Сергеева. Санкт-Петербург: ВВМ, 2020. С. 9–34.
- Granichin, O.N., Sergeev, S.F. (2020). Prerequisites for the creation of artificial intelligent systems. In: *Self-Organization and Artificial Intelligence in Groups of Autonomous Robots: Methodology, Theory, Practice*. Eds. O.N. Granichin, S.F. Sergeev. St. Petersburg: VVM. Pp. 9–34. (In Russ.).
- Гудкова Т.В. Экономическая эволюция фирмы: от классической концепции к цифровой экосистеме // Экономическое возрождение России. 2019. № 4(62). С. 74–84.
- Gudkova, T.V. (2019). Economic evolution of the firm: from classical concept to digital ecosystem. *Economic Revival of Russia*. Vol. 62. No. 4. Pp. 74–84. (In Russ.).
- Дегтярев П.А. Особенности формирования цифровой экосистемы промышленных предприятий в целях обеспечения их устойчивого развития // Journal of Economic Regulation. 2023. Т. 14. № 3. С. 32–42. <https://doi.org/10.17835/2078-5429.2023.14.3.032-042>
- Degtyarev P.A. (2023). Features of forming a digital ecosystem of industrial enterprises in order to ensure their sustainable development. *Journal of Economic Regulation*. Vol. 14. No. 3. Pp. 32–42. (In Russ.). <https://doi.org/10.17835/2078-5429.2023.14.3.032-042>
- Корягин С.И., Бабкин А.В., Либерман И.В., Клачек П.М. Индустрия 5.0: создание интеллектуальных транспортных киберсоциальных экосистем // Мир транспорта и технологических машин. 2023. № 3–4(82). С. 123–130. [https://doi.org/10.33979/2073-7432-2023-3-4\(82\)-123-130](https://doi.org/10.33979/2073-7432-2023-3-4(82)-123-130)
- Koryagin, S.I., Babkin, A.V., Liberman, I.V., Klachek, P.M. (2023). Industry 5.0: creation of intelligent transport cyber-social ecosystems. *World of Transport and Technological Machines*. Vol. 82. No. 3–4. Pp. 123–130. (In Russ.). [https://doi.org/10.33979/2073-7432-2023-3-4\(82\)-123-130](https://doi.org/10.33979/2073-7432-2023-3-4(82)-123-130)
- Кутин А.А., Клюев М.Б., Асаев А.С. и др. Ключевые тенденции развития мирового станкостроения // Вестник машиностроения. 2023. Т. 102. № 7. С. 606–613. <https://doi.org/10.36652/0042-4633-2023-102-7-606-613>

- Kutin, A.A., Klyuev, M.B., Asayev, A.S. et al. (2023). Key trends in the development of global machine tool industry. *Vestnik of Mechanical Engineering*. Vol. 102. No. 7. Pp. 606–613. (In Russ.). <https://doi.org/10.36652/0042-4633-2023-102-7-606-613>
- Мещерякова Т.С., Черняев М.В. Экосистема промышленного предприятия в условиях ESG-трансформации // Вестник МГСУ. 2022. Т. 17. № 12. С. 1747–1756. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2022.12.1747-1756>
- Meshcheryakova, T.S., Chernyaev, M.V. (2022). Ecosystem of the industrial enterprise in the conditions of ESG-transformation. *MSCU Vestnik*. Vol. 17. No. 12. Pp. 1747–1756. (In Russ.). <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2022.12.1747-1756>
- Сайко Э.В. Пространство-время социальной эволюции: системные связи форм познания и субъекта исторического действия // Пространство и Время. 2016. Т. 12. № 2. С. 1.
- Sayko, E.V. (2016). Space-time of social evolution: systemic connections between forms of knowledge and the subject of historical action. *Almanac Space and Time*. Vol. 12. No. 2. P. 1. (In Russ.).
- Солтаханов А.У., Захарова Д.С. Методология и принципы, влияющие на глобальные изменения, происходящие в результате влияния развития современных технологий // Вестник МИРБИС. 2021. № 2(26). С. 91–96. <https://doi.org/10.25634/MIRBIS.2021.2.8>
- Soltakhanov, A.U., Zakharova, D.S. (2021). Methodology and principles affecting global changes resulting from the influence of modern technology development. *MIRBIS Bulletin*. Vol. 26. No. 2. Pp. 91–96. (In Russ.). <https://doi.org/10.25634/MIRBIS.2021.2.8>
- Позднеев Б.М., Никитин Д.В., Бабенко Е.В. Перспективы развития и интеграции станкостроения в экосистему цифровой промышленности // Станкоинструмент. 2023. № 2(31). С. 88–96. <https://doi.org/10.22184/2499-9407.2023.31.2.88.94>
- Pozdneev, B.M., Nikitin, D.V., Babenko, E.V. (2023). Prospects for the development and integration of machine tool industry into the digital industrial ecosystem. *StankoInstrument*. Vol. 31. No. 2. Pp. 88–96. (In Russ.). <https://doi.org/10.22184/2499-9407.2023.31.2.88.94>
- Федюнина А.А., Городный Н.А., Симачёв Ю.В. Рынок промышленной робототехники в России под санкциями: в поиске драйверов спроса и предложения // ЭКО. 2024. Т. 54. № 2. С. 91–107. <https://doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2024-2-91-107>
- Fedyunina, A.A., Gorodny, N.A., Simachev, Yu.V. (2024). The industrial robotics market in Russia under sanctions: in search of drivers of supply and demand. *ECO*. Vol. 54. No. 2. Pp. 91–107. (In Russ.). <https://doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2024-2-91-107>
- Филиппова Н.Б., Скрябин И.Н., Бодягин Е.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023618809 // СППЛ – экосистема разработки цифровых двойников логистических и производственных систем. 2023. № 2023617478.
- Filippova, N.B., Skryabin, I.N., Bodayagin, E.V. (2023). Certificate of state registration of the software program No. 2023618809: SPPL – ecosystem for the development of digital twins of logistics and production systems. No. 2023617478. (In Russ.).
- Babkin, A. et al. (2023). Framework for assessing the sustainability of ESG performance in industrial cluster ecosystems in a circular economy. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. Vol. 9. No. 2. Pp. 100071. (In Eng.). <https://doi.org/10.1016/j.oiotmc.2023.100071>
- Chang, Y.J., Lee, B.H. (2022). The impact of ESG activities on firm value: Multi-level analysis of industrial characteristics. *Sustainability*. Vol. 14. No. 21. P. 14444. (In Eng.). <https://doi.org/10.3390/su142114444>

- Guo, X. et al. (2023). Industrial Agglomeration and Corporate ESG Performance: Empirical Evidence from Manufacturing and Producer Services. *Sustainability*. Vol. 15. No. 16. P. 12445. (In Eng.). <https://doi.org/10.3390/su151612445>
- Kao, L.L. (2023). ESG-Based Performance Assessment of the Operation and Management of Industrial Parks in Taiwan. *Sustainability*. Vol. 15. No. 2. P. 1424. (In Eng.). <https://doi.org/10.3390/su15021424>
- Li, Z. (2022). Super-metauniverse with cyber life as center in integrating cyber nature and cyber society sky-earth computing (III) beyond cloud computing. *ITM Web of Conferences*. Vol. 45. P. 01067. (In Eng.). <https://doi.org/10.1051/itmconf/20224501067>
- Litvinova, T.N. et al. (2023). Integration of ESG Principles in the Practice of Managing Enterprises in the Agro-industrial Complex. *Smart Green Innovations in Industry 4.0: New Opportunities for Climate Change Risk Management in the "Decade of Action"*. Cham: Springer Nature Switzerland. Pp. 229–236. (In Eng.). https://doi.org/10.1007/978-3-031-45830-9_26
- Liu, B. et al. (2023). Interpret ESG rating's impact on the industrial chain using graph neural networks. *Proceedings of the Thirty-Second International Joint Conference on Artificial Intelligence*. Pp. 6076–6084. (In Eng.). <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4467937>
- Malevskaia-Malevich, E. (2024). Green Financing for Sustainable ESG Development of Smart City Industrial Ecosystems in the Circular Economy. *Digital Transformation: What are the Smart Cities Today? Cham: Springer Nature Switzerland*. Pp. 63–72. (In Eng.). https://doi.org/10.1007/978-3-031-49390-4_5
- Sun, L., Saat, N.A.M. (2023). How does intelligent manufacturing affect the ESG performance of manufacturing firms? Evidence from China. *Sustainability*. Vol. 15. No. 4. P. 2898. (In Eng.). <https://doi.org/10.3390/su15042898>
- Zhu, S. et al. (2023). Bilateral Effects of ESG Responsibility Fulfillment of Industrial Companies on Green Innovation. *Sustainability*. Vol. 15. No. 13. P. 9916. (In Eng.). <https://doi.org/10.3390/su15139916>

Статья поступила 06.05.2024

Статья принята к публикации 25.05.2024

Для цитирования: Бабкин А.В., Батукова Л.Р., Шкарупета Е.В., Ташенова Л.В., Чень Лэйфэй. Стратегическое управление развитием промышленной EICSG-экосистемы Индустрии 5.0 // ЭКО. 2024. № 5. С. 287–300. DOI: 10.30680/ЕCO0131-7652-2024-5-287-300

Информация об авторах

Бабкин Александр Васильевич (Санкт-Петербург) – доктор экономических наук, профессор. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; Высшая инженерно-экономическая школа.

E-mail: al-vas@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0941-6358

Батукова Луиза Рихардовна (Красноярск) – доктор экономических наук, доцент. Сибирский федеральный университет.

E-mail: malilu@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-2978-6396

Шкарупета Елена Витальевна (Санкт-Петербург) – доктор экономических наук, профессор. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; Воронежский государственный технический университет.

E-mail: 9056591561@mail.ru; ORCID: 0000-0003-3644-4239

А.В. БАБКИН, Л.Р. БАТУКОВА, Е.В. ШКАРУПЕТА, Л.В. ТАШЕНОВА, ЛЭЙФЭЙ ЧЭНЬ

Ташенова Лариса Владимировна (Санкт-Петербург) – кандидат экономических наук, ассоциированный профессор. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; Институт исследований цифровой экономики Карагандинского университета им. Е.А. Букетова (г. Караганда, Республика Казахстан).

E-mail: larisatash_88@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5022-0421

Чэнь Лэйфэй (Санкт-Петербург) – аспирант Высшей инженерно-экономической школы. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого.

E-mail: chenleifei@yandex.ru

Summary

A.V. Babkin, L.R. Batukova, E.V. Shkarupeta, L.V. Tashenova, C. Leifei

Strategic Management of Industry 5.0 Industrial EICSG Ecosystem Development

Abstract. The authors seek to develop recommendations for effective integration of scientific achievements and educational resources into the processes of sustainable development of industrial ecosystems. The research is carried out in the paradigm of organizational systems engineering. For the first time the concept of industrial EICSG-ecosystem in the context of Industry 5.0, combining elements of environmental, intellectual, cybersocial and managerial resilience with scientific and educational mechanism is developed. The conceptual components of effective development of industrial EICSG-ecosystems providing the organizational foundation of Industry 5.0 are proposed. The prerequisites of strategic management of industrial EICSG-ecosystem of Industry 5.0 are defined. The scientific and educational mechanism for their effective development is developed.

Keywords: *Industry 5.0; industrial ecosystem; EICSG-ecosystem; development mechanism; strategic management*

For citation: Babkin, A.V., Batukova, L.R., Shkarupeta, E.V., Tashenova, L.V., Leifei, Chen. (2024). Strategic Management of Industry 5.0 Industrial EICSG Ecosystem Development. *ECO*. No. 5. Pp. 287–300. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2024-5- 287-300

Information about the authors

Babkin, Alexander Vasilyevich (St. Petersburg) – Doctor of Economics, Professor. Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; Higher School of Engineering and Economics.

E-mail: al-vas@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0941-6358

Batukova, Luiza Richardovna (Krasnoyarsk) – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor. Siberian Federal University.

E-mail: malilu@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-2978-6396

Shkarupeta, Elena Vitalyevna (St. Petersburg) – Doctor of Economics, Professor. Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; Voronezh State Technical University.

E-mail: 9056591561@mail.ru; ORCID: 0000-0003-3644-4239

Tashenova, Larissa Vladimirovna (St. Petersburg) – Ph.D. in Economics, Associate Professor. Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; Institute of Digital Economy Research E.A. Buketov Karaganda University (Karaganda, Republic of Kazakhstan).

E-mail: larisatash_88@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5022-0421

Leifei, Chen (St. Petersburg) – Postgraduate student of the Higher School of Engineering and Economics; Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University.

E-mail: chenleifei@yandex.ru