

ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА КАК ЭКОСИСТЕМНЫЙ ИНТЕГРАТОР ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В СФЕРЕ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Т. О. Толстых¹, Н. В. Шмелева²,
И. Г. Супруненко³, И. С. Курошев⁴

^{1, 2, 3} Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,
Москва, Россия

⁴ Центр экологической промышленной политики, Москва, Россия

¹tt400@mail.ru, ²nshmeleva@isis.ru, ³suprunenko123@mail.ru, ⁴i.kuroshev@eipc.center

Аннотация. *Актуальность и цели.* Актуальность исследования обусловлена необходимостью поиска новых подходов и приоритетов промышленной политики, разработки направлений повышения ресурсной и экологической эффективности экономики для обеспечения технологического суверенитета ключевых отраслей экономики. Цифровые платформы, выступая в роли интегратора, способствуют расширению направлений деятельности хозяйствующих субъектов и стиранию территориальных и отраслевых границ. *Материалы и методы.* Теоретико-методологической основой исследования служат труды отечественных и зарубежных ученых, посвященные проблеме экосистемной интеграции компаний на мезо- и микроуровнях, повышения ресурсной и экономической эффективности промышленных предприятий. Исследование проводилось с использованием общенаучных методов, в числе которых методы наблюдения, описания, анализа, синтеза, индукции, сравнения, классификации. *Результаты.* Проведен анализ и оценка промышленных и экологических цифровых платформ по критериям экологического эффекта, инновационных технологий и решений, влияния на экономику. Определены стратегические направления развития экологических цифровых платформ. *Выводы.* Цифровизация интеграционных процессов промышленных предприятий развивается эволюционно и способствует повышению их ресурсной и экологической эффективности.

Ключевые слова: экосистемное взаимодействие, промышленные и экологические цифровые платформы, ресурсная эффективность

Финансирование: исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 232-8-01548 «Интеграция предприятий в инновационные промышленные экосистемы для формирования окон возможностей развития и реализации политики импортонезависимости» (URL: <https://rscf.ru/project/23-28-01548>).

Для цитирования: Толстых Т. О., Шмелева Н. В., Супруненко И. Г., Курошев И. С. Цифровая платформа как экосистемный интегратор для промышленных предприятий в сфере повышения ресурсной и экологической эффективности // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2023. № 3. С. 53–69. doi: 10.21685/2227-8486-2023-3-4

A DIGITAL PLATFORM AS AN ECOSYSTEM INTEGRATOR FOR INDUSTRIAL ENTERPRISES IN THE AREA OF RESOURCE AND ENVIRONMENTAL EFFICIENCY

T.O. Tolstykh¹, N.V. Shmeleva²,
I.G. Suprunenko³, I.S. Kuroshev⁴

^{1, 2, 3} National University of Science and Technology "MISIS", Moscow, Russia

⁴ Environmental Industrial Policy Center, Moscow, Russia

¹ tt400@mail.ru, ² nshmeleva@isis.ru, ³ suprunenko123@mail.ru, ⁴ i.kuroshev@eipc.center

Abstract. *Background.* The relevance of the research is caused by the need to find new approaches and priorities of industrial policy, to develop directions to improve the resource and environmental efficiency of the economy to ensure the technological sovereignty of key sectors of the economy. Digital platforms, acting as an integrator, contribute to the expansion of areas of activity of economic entities and the blurring of territorial and sectoral boundaries. *Materials and methods.* The theoretical and methodological basis of the study is based on the works of domestic and foreign scientists devoted to the problem of ecosystem integration of enterprises at the meso and micro levels, increasing the resource and economic efficiency of industrial enterprises. The study was conducted using general scientific methods, including methods of observation, description, analysis, synthesis, induction, comparison and classification. *Results.* The authors analyzed and evaluated industrial and environmental digital platforms according to the criteria of environmental effect, innovative technologies and solutions, and impact on the economy. Strategic directions of development of ecological digital platforms were defined. *Conclusions.* The digitalization of the integration processes of industrial enterprises is evolving and contributes to their resource and environmental efficiency.

Keywords: ecosystem collaboration, industrial and environmental digital platforms, resource efficiency

Acknowledgments: the study has been supported by the grant from the Russian Science Foundation (RSF), project № 23-28-01548 "Integration of enterprises into innovative industrial ecosystems for the formation of windows of opportunity for development and implementation of the policy of import independence" (URL: <https://rscf.ru/project/23-28-01548>).

For citation: Tolstykh T.O., Shmeleva N.V., Suprunenko I.G., Kuroshev I.S. A digital platform as an ecosystem integrator for industrial enterprises in the area of resource and environmental efficiency. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2023;(3):53–69. (In Russ.). doi: 10.21685/2227-8486-2023-3-4

Введение

Достижение стратегических целей повышения ресурсной и экологической эффективности на предприятиях предполагает модернизацию технологических процессов и оборудования, поиск решений по использованию вторичных ресурсов в производственных процессах, реализацию инноваций, что влечет за собой для предприятия задачу поиска дополнительных инвестиций, финансовые риски, временные затраты. Результативность решения этих задач во многом зависит от финансовой прочности компании, управленческой зрелости топ-менеджмента, требует от руководства предприятий опыта, знаний и культуры в сфере ESG-повестки. И даже в случае стабильно развивающейся компании, возглавляемой командой опытных менеджеров и располагающей собственными сильными инженерами-технологами, реализовывать инновационные технологические проекты силами одной компании сложно. Цифровые

технологии как глобальный тренд общества выступают инструментом, открывающим широкое разнообразие возможностей. Современная цифровая среда не требует больших инвестиций в отдельные порталы для всех внешних обменов. Цифровое сообщество работает как сеть, в которой данные загружаются и передаются соответствующим сторонам, чтобы обеспечить более эффективные и экономичные совместные операции.

Основное качество цифрового сообщества – открытость. Открытость позволяет использовать всю доступную информацию о производственном процессе и цепочке создания стоимости для разработки новых возможностей на основе анализа. По мере того как целые цепочки создания стоимости становятся взаимосвязанными, а информация распространяется между организационными границами, предприятиям будет все труднее работать изолированно. Цифровизация – это то, что создается совместно. Инвестиции в цифровизацию в долгосрочной перспективе имеют экономический смысл, так как каждая инвестиция укрепляет бизнес-процесс, принося выгоды с точки зрения как производственного процесса, так и бизнеса в целом.

Одним из подходов в реализации стратегии повышения ресурсной и экологической эффективности для предприятия может стать его экосистемное взаимодействие с другими предприятиями посредством цифровой платформы, позволяющее обеспечить синергию ресурсов, знаний и опыта.

Разработка гипотезы и обзор литературы

Экосистемная модель интеграции различных участников рынка, ее преимущества, цели и перспективы достаточно широко обсуждаются в научной литературе. Г. Б. Коровин [1] предлагает классификацию сетевого взаимодействия в соответствии с институциональными, ресурсными, мировоззренческими или управленческими критериями. По мнению F. Anjos, первичным для интеграции является подход по ресурсному критерию, который заключается в объединении компаний с целью создания дополнительной ценности [2]. С этих позиций включение компании в сеть определяется степенью, в которой компания может получить или предоставить доступ к сетевым ресурсам, направив их по межорганизационным каналам [3]. Ценность, которую создает интеграция компаний, может быть как материальной [4], так и нематериальной [5]. Н. Большаков и В. Баденко исследуют интеграцию для обеспечения стратегии цифровой трансформации. Гипотеза исследователей заключается в том, что «применяя единый стандартизированный подход к цифровой трансформации, компании могут добиться большей надежности и устойчивости» [6]. Подход заключается в разработке общих межотраслевых принципов, которые рекомендуются в качестве практического руководства для предприятий при разработке стратегии цифровой трансформации. Следуя таким принципам, организации могут создавать синергию ресурсов, пользуясь коллективными отраслевыми знаниями и опытом. Y. Ma и R. Zhao считают, что для развития экономики необходимо улучшить интеграцию, используя «интеллектуальный метод прогнозирования изменения промышленной структуры и стратегии цифровизации для оптимизации и корректировки региональной политики». При анализе устойчивости сетевых промышленных структур в регионе стратегия комплексной корректировки связей, основанная на предложенном

авторами алгоритме прогнозирования связей, приводит к сокращению выбросов углерода и соответствует философии зеленого развития [7].

Альтернативную гипотезу вертикальной интеграции предприятий представили Nogueira, Pereira и др. Они проанализировали влияние синергии ресурсов в виде информации на уровень эффективности экосистемной интеграции. Гипотеза их исследования заключалась в том, что интегрированные компании являются лидерами в области инноваций продукции и что компании, развивающие экосистемное взаимодействие, являются более устойчивыми [8].

При этом под определением экосистемы часто понимаются достаточно разные, по сути, понятия:

- экосистемная интеграция как сетевое объединение компаний на принципах самоорганизации и партнерства, создающая особую дружелюбную инфраструктуру для реализации инновационных проектов или новых технологических решений [9–11];
- экосистемная компания, объединяющая группу предприятий и организаций для формирования особой философии продвижения товаров и услуг под своим брендом [12, 13];
- экосистема как интеграция в пулы цифровых платформ различных секторов промышленности [14, 15].

Объединяет эти понятия то, что акторами в таких моделях являются исключительно предприятия и организации, а интегратором экосистемы, объединяющим акторов, выступает либо компания, либо некоторый проект.

В статье мы рассмотрим экосистему, акторами которой могут являться не только предприятия и организации, но и технологические, и экологические решения, а интегратором выступает цифровая сервисная платформа, обеспечивающая поток информации между акторами и способная интегрировать лучшие практики повышения ресурсной эффективности, отвечающие на экологические, технологические и геополитические вызовы.

Такая платформа разрабатывается, в частности, в рамках развития «Энциклопедии технологий» – инициативного проекта, в реализацию которого вовлечены эксперты в области наилучших доступных технологий (НДТ), ученые, представляющие ведущие вузы Российской Федерации, практики, работающие в проектных и консультационных организациях [16].

Научной гипотезой исследования является предположение, что для эффективной реализации принципов устойчивого развития на промышленных предприятиях необходима экосистемная интеграция практик повышения ресурсной эффективности и снижения негативного воздействия на окружающую среду, обеспечивающая поиск лучших решений для всех участников через цифровую сервисную платформу на основе обмена опытом, знаний и культуры в сфере ESG-повестки (рис. 1).

Основные цели и задачи цифровой платформы как интегратора экосистемы в области повышения ресурсной и экологической эффективности на предприятиях:

- формирование пула лучших практик в области ресурсоэффективности для промышленных предприятий;
- разработка и продвижение инновационных решений в области ресурсоэффективности по полному циклу поддержки предприятий по всему жизненному циклу изделия;

- формирование экосистемного взаимодействия, объединяющего промышленные предприятия с партнерами и другими участниками на принципах ресурсоэффективности, НДТ, ESG;
- инструмент в продвижении инновационных решений в области повышения ресурсоэффективности по полному циклу поддержки предприятий по всему жизненному циклу изделия;
- формирование системы профессиональных и управленческих компетенций для акторов экосистемы на основе принципов НДТ, ESG, междисциплинарности, когнитивности и проектно-ориентированности, позволяющие принимать адекватные управленческие решения в сфере модернизации технологий и повышения ресурсоэффективности [17, 18, 25].

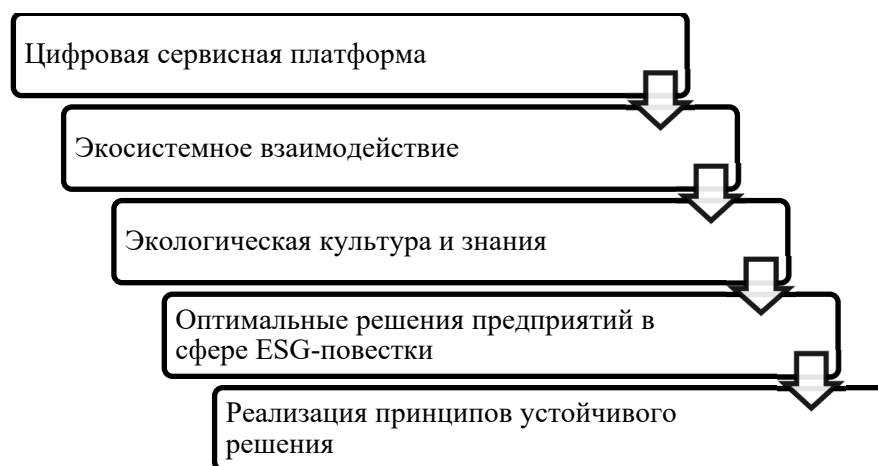


Рис. 1. Концептуальная причинно-следственная связь цифровой платформы, экосистемного взаимодействия и принципов устойчивого развития (составлено авторами)

Анализ и оценка цифровых экологических и промышленных платформ

Для разработки концепции цифровой платформы как интегратора экосистемного взаимодействия компаний в сфере ESG-повестки проведем обзор существующих промышленных и экологических платформ.

1. *Промышленная цифровая платформа (ПЦП) ZIIoT* (Zyfra Industrial Internet of Things Platform) предоставляет необходимый набор компонентов для создания и внедрения цифровых решений на предприятии [19]. Решения, разработанные и применяемые на базе ZIIoT, обеспечивают бесперебойную и эффективную работу промышленных предприятий. В табл. 1 представлены основные характеристики платформы.

ZIIoT – это прежде всего среда для сбора и работы с данными, куда их можно направить со всех производственных подразделений и со всех ИТ-систем, которые использует предприятие, привести полученные данные к единому формату и централизованно использовать их для более эффективного управления предприятием. Цифровая индустриальная платформа представляет собой технологический конструктор по созданию систем промышленной автоматизации, позволяющих партнерам самостоятельно разрабатывать

вертикальные промышленные приложения, решающие технологические задачи предприятий (рис. 2).

Таблица 1

Качественные характеристики (ПЦП) ZIIoT

Название платформы	Zyfra Industrial IoT (ZIIoT) Platform
Год основания	2020
Страна	Россия
Технология	Интернет вещей (IoT), аналитика данных и большие данные (Big data), искусственный интеллект (AI), машинное обучение (ML)
Функции	Мониторинг и управление производственными процессами, сбор и анализ данных, оптимизация эффективности
Цель	Повышение производительности, снижение затрат и рисков, оптимизация ресурсов
Партнеры	Ведущие компании России – ПАО «НЛМК», ООО «Евраз», ПАО «Лукойл», Государственная корпорация «Ростех», ПАО «МТС», ПАО «Газпром нефть» и др.
Регионы покрытия	Россия
Экологический эффект	Оптимизация производственных процессов, повышение ресурсной (в том числе энергетической) и экологической эффективности
Влияние на экономику	Оптимизация производственных процессов и ресурсов может привести к повышению экономической эффективности и снижению затрат
Инновационные решения	Применение передовых технологий IoT, аналитики данных и искусственного интеллекта, а также машинного обучения для оптимизации производства



Рис. 2. Поток данных на платформе ZIIoT

В ZIIoT используются:

- применение новых технологий. В основе ZIIoT лежат технологии AI, ML, IoT и Big data. Благодаря технологиям повышается производительность платформы и улучшается ее эффективность;
- централизованность процессов. Все процессы, осуществляемые на цифровой платформе, происходят на собственных мощностях платформы, а не в облачных ресурсах, обеспечивая безопасность работы и данных;
- расширяемость и гибкость. Платформа предлагает возможности расширения и интеграции с различным промышленным оборудованием, сенсорами и устройствами, что позволяет адаптировать решение под конкретные потребности предприятия.

Цифровая платформа ZIIoT предназначена для горной, химической, нефтегазовой, автомобильной и металлообрабатывающей промышленности, а также процессной индустрии. На рис. 2 схематически представлено, как работает данная цифровая платформа.

Цифровые решения платформы уже широко применяются на таких предприятиях, как ООО «Евраз», ПАО «Лукойл», Государственная корпорация «Ростех», ПАО «Газпром нефть» и др.

2. *Цифровая платформа Siemens Industrial Edge* представляет собой решение, разработанное компанией Siemens для промышленной автоматизации и оптимизации производственных процессов [20]. Она объединяет в себе облачные вычисления, аналитику данных и промышленное оборудование, позволяя предприятиям проводить вычисления и анализ данных непосредственно на промышленных устройствах, минуя облачные серверы. В табл. 2 представлены основные данные по промышленной цифровой платформе Siemens Industrial Edge.

Таблица 2

Качественные характеристики ПЦП ZIIoT «Siemens Industrial Edge»

Название платформы	Siemens Industrial Edge
Год основания	2019
Страна	Германия
Цифровая технология	Граничные (Edge) вычисления для промышленности, облачные технологии и Big Data
Функции	– Обработка данных на месте (локально) для быстрой реакции и минимизации задержек. – Интеграция с облачными решениями для анализа данных и принятия решений на их основе. – Поддержка различных промышленных протоколов и стандартов связи
Цель	Оптимизация производства, повышение эффективности и гибкости производственных процессов
Количество пользователей/компаний	Конкретные данные отсутствуют
Партнеры	Ведущие мировые компании, такие как Microsoft, AWS (Amazon Web Services), Hewlett Packard Enterprise (HP) и др.
Регионы покрытия	Международный уровень, включая Германию, США, Китай и другие страны

Экологический эффект	Оптимизация производственных процессов, повышение ресурсной (в том числе энергетической) и экологической эффективности
Влияние на экономику	Повышение эффективности и гибкости производства, снижение затрат и усиление конкурентоспособности
Инновационные решения	Использование граничных (Edge) вычислений, интеграция с облачными решениями и поддержка промышленных протоколов связи

Siemens Industrial Edge представляет собой цифровую платформу, которая обеспечивает возможности обработки данных, аналитики и оптимизации производственных процессов на промышленных устройствах (рис. 3). Платформа позволяет предприятиям повысить эффективность, надежность и безопасность своих производственных операций. В планах у компании создать промышленную метавселенную в лице усовершенствованного цифрового двойника.

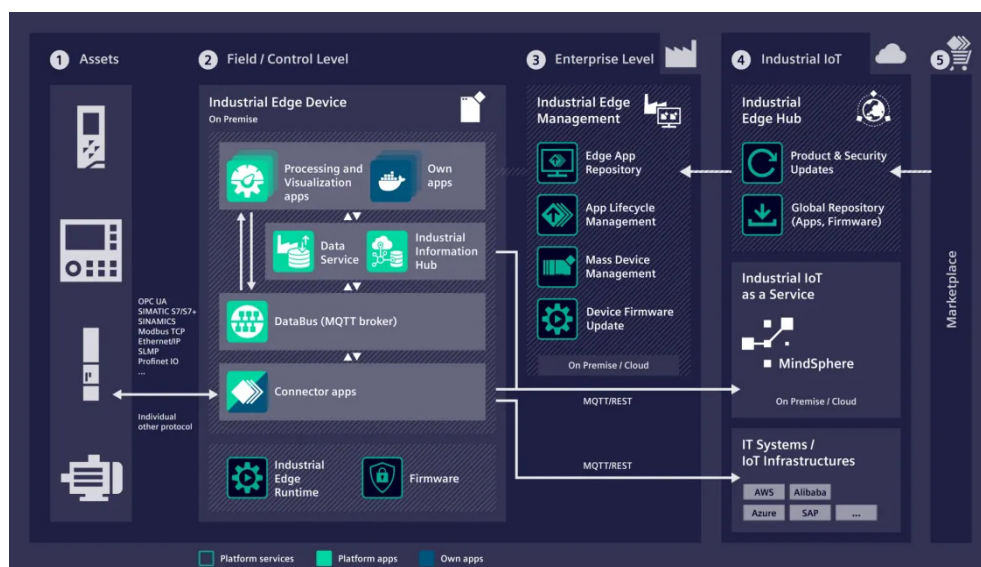


Рис. 3. Этапы обработки данных на ЦП Industrial Edge

На рис. 3 представлены этапы обработки данных в Industrial Edge:

- распределенные вычисления: Siemens Industrial Edge позволяет выполнять обработку данных и выполнение вычислительных задач непосредственно на промышленных контроллерах и устройствах, что позволяет достичь низкой задержки и повышенной производительности;
- аналитика данных: платформа позволяет проводить анализ данных в реальном времени, используя алгоритмы машинного обучения и искусственного интеллекта. Это позволяет выявлять аномалии, оптимизировать производственные процессы и принимать оперативные решения на основе данных;
- интеграция с облачными решениями: Siemens Industrial Edge обеспечивает интеграцию с облачными платформами Siemens, такими как MindSphere,

что позволяет получать дополнительные возможности аналитики данных, хранение данных в облаке и удаленный доступ к промышленным устройствам;

– защита данных: платформа Siemens Industrial Edge обеспечивает высокий уровень защиты данных, включая шифрование, аутентификацию и контроль доступа. Это важно для обеспечения безопасности данных и предотвращения несанкционированного доступа.

3. Схожей ПЦП можно считать платформу *SAP Digital Manufacturing Cloud (SAP DMC)* от мирового лидера на рынке ERP систем компании SAP. Данная цифровая платформа предоставляет функционал, схожий с ранее рассмотренными платформами, однако она не сконцентрирована на промышленной отрасли, а делает свой продукт более гибким и универсальным [21]. В табл. 3 представлены основные данные по промышленной цифровой платформе GE Digital.

Таблица 3

Качественные характеристики ПЦП GE Digital

Название платформы	GE Digital
Год основания	2015
Страна	США
Технология	Big Data, IoT, AI
Функции	Управление промышленными данными, аналитика, прогнозирование, оптимизация операций
Цель	Улучшение производительности и эффективности в промышленных секторах
Партнеры	Различные промышленные компании, поставщики оборудования и услуг, среди которых Shell, Boeing, P&G
Регионы покрытия	Глобальное присутствие, активна в различных странах
Экологический эффект	Сокращение количества отходов, снижение негативного воздействия на окружающую среду, повышение эффективности использования ресурсов, формирование экономики замкнутого цикла
Влияние на экономику	Повышение производительности и эффективности промышленных предприятий, создание рабочих мест, содействие экономическому росту
Инновационные решения	Использование больших данных (Big Data) для аналитических и прогностических алгоритмов, внедрение технологий Интернета вещей (IoT) и искусственного интеллекта (AI)

GE Digital представляет собой цифровую платформу, разработанную компанией General Electric для управления и оптимизации различных промышленных операций. Платформа предоставляет ряд инструментов и решений, позволяющих компаниям эффективно управлять своими активами, оптимизировать производственные процессы и принимать оперативные решения на основе данных:

– цифровой двойник: GE Digital позволяет создавать цифровых двойников физических объектов, таких как оборудование, производственные линии и системы. Цифровой двойник представляет собой виртуальную модель реального объекта, которая отображает его состояние, производительность и другие

параметры. Это позволяет предприятиям визуализировать и анализировать данные о своих активах и принимать обоснованные решения на основе этой информации;

– аналитика данных: платформа предоставляет возможности анализа данных с использованием алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта. Это позволяет предприятиям выявлять аномалии, оптимизировать производственные процессы, прогнозировать отказы оборудования и предпринимать меры для предотвращения сбоев;

– интеграция данных: платформа GE Digital интегрируется с различными источниками данных в предприятии, включая промышленное оборудование, системы управления производством и другие цифровые ресурсы. Это позволяет предприятиям собирать, агрегировать и анализировать данные из разных источников для получения полной картины производственных операций.

GE Digital является одним из ведущих поставщиков цифровых решений для промышленных предприятий и предлагает комплексные инструменты и платформы для оптимизации и улучшения производственных процессов.

4. Экологическая цифровая платформа (ЭЦП) «Снова в дело»

Платформа «Снова в дело» является экологической цифровой платформой, разработанной для организации процесса утилизации и переработки вторсырья в России. Платформа помогает связать поставщиков вторсырья, перерабатывающие предприятия и потребителей, чтобы сделать процесс утилизации более эффективным и экологически устойчивым [22]. В табл. 4 представлены основные данные по экологической цифровой платформе «Снова в дело».

Таблица 4

Качественные характеристики ЭЦП «Снова в дело»

Название платформы	Снова в дело
Год основания	2018
Страна	Россия
Технология	Цифровая
Функции	Поиск и продажа вторсырья, организация утилизации и переработки отходов, сокращение экологического воздействия
Цель	Содействие экологической устойчивости и переработке отходов
Количество пользователей	Зарегистрировано 1267 участников, проведено 25 сделок на общую сумму 11 млн руб.
Партнеры	Различные организации, предприятия и учреждения, занимающиеся утилизацией и переработкой отходов
Регионы покрытия	Россия (в настоящее время активно развивается в Москве)
Экологический эффект	Сокращение количества отходов, улучшение качества окружающей среды, повышение эффективности использования ресурсов
Влияние на экономику	Поощрение экономики вторсырья и утилизационной индустрии, создание рабочих мест
Инновационные решения	Использование цифровых технологий, автоматизация процессов, внедрение умных систем управления

Основные функции ЭЦП «Снова в дело»:

- онлайн торговая площадка: платформа предоставляет онлайн торговую площадку, где поставщики вторсырья могут размещать информацию о своих материалах и продуктах, а перерабатывающие предприятия и потребители могут находить подходящие поставки и совершать сделки. Это помогает оптимизировать процесс сбора и переработки вторсырья;
- мониторинг и учет: платформа позволяет отслеживать и учитывать объемы собранного вторсырья, его качество и состояние. Это помогает организовать эффективное управление материалами и обеспечить прозрачность процесса утилизации;
- автоматизация и оптимизация: ЭЦП использует такие цифровые технологии, как автоматизация процессов и аналитика данных, чтобы помочь компаниям оптимизировать свои операции и сделать процесс утилизации более эффективным. Это может включать автоматическое определение оптимальных маршрутов сбора вторсырья, прогнозирование спроса и предложения, а также оптимизацию процессов переработки.

Экологическая цифровая платформа "Снова в Дело" является инновационным решением, которое способствует оптимизации и улучшению процесса утилизации вторсырья, внося вклад в экологическую устойчивость и улучшение общей эффективности системы управления отходами.

5. ЭЦП *Materiaalitori* была разработана с целью создания эффективной и устойчивой системы управления строительными ресурсами, снижения отходов и стимулирования переработки материалов. В табл. 5 представлены основные данные по платформе «Materiaalitori».

Таблица 5

Качественные характеристики ЭЦП «Materiaalitori»

Название платформы	Materiaalitori
Год основания	2017
Страна	Финляндия
Технология	Интернет вещей, блокчейн
Функции	Онлайн-рынок вторичных материалов, соединение продавцов и покупателей, аналитика и отчетность, блокчейн-технология
Цель	Содействие переработке и вторичной переработке материалов для снижения воздействия на окружающую среду
Количество пользователей	2342 зарегистрированных пользователя и 1890 компаний/организаций
Партнеры	Компании, занимающиеся производством и переработкой материалов
Регионы покрытия	Платформа активна в Финляндии, планирует расширение своей деятельности на международный рынок
Экологический эффект	Способствует сокращению отходов и повышению эффективности использования ресурсов, формированию экономики замкнутого цикла
Влияние на экономику	Способствует развитию зеленой экономики, экономики замкнутого цикла, созданию новых рабочих мест и экономическому росту
Инновационные решения	Использует инновационные подходы и технологии для эффективной переработки и утилизации различных материалов

ЭЦП «Materiaalitori» позволяет реализовывать следующие функции:

– обмен материалами: ЭЦП предоставляет возможность размещать информацию о доступных строительных материалах и ресурсах, которые могут быть использованы повторно или переработаны, что позволяет компаниям находить подходящие материалы для своих проектов, сокращая потребность в новых материалах и снижая объемы отходов;

– аналитика и отчетность: ЭЦП предоставляет аналитические инструменты и возможности отчетности, позволяющие компаниям оценивать и оптимизировать свою деятельность в области управления строительными ресурсами, что помогает выявить потенциал для улучшения эффективности и снижения негативного воздействия на окружающую среду;

– устойчивость и экологическая ответственность: Materiaalitori способствует повышению устойчивости строительной индустрии, уменьшению ее негативного воздействия на окружающую среду, поддержанию принципов циркулярной экономики и стимулированию перехода к более устойчивым практикам использования ресурсов.

В целом платформа Materiaalitori предоставляет цифровые инструменты и решения, которые способствуют оптимизации использования строительных материалов, сокращению отходов и переработке ресурсов [23]. Она играет важную роль в развитии устойчивой строительной индустрии и способствует достижению экологических целей.

6. ЭЦП *Plastic Bank* – платформа, целью разработки которой стала борьба с загрязнением пластиковыми отходами.

В табл. 6 представлены основные данные по экологической цифровой платформе «Plastic Bank».

Таблица 6

Качественные характеристики ЭЦП «Plastic Bank»

Название платформы	Plastic Bank
Год основания	2013
Страна	Канада
Технология	Блокчейн, мобильные приложения
Функции	Сбор пластиковых отходов, блокчейн-технология, социальный аспект, цифровая валюта
Цель	Решение проблемы пластиковых отходов и поощрение устойчивого потребления
Количество пользователей	Более 150 компаний партнеров
Партнеры	Крупные компании и малый бизнес, включая производителей упаковки и товаров, магазины, организации социального предпринимательства, среди которых Electrolux, 3M и Henkel
Регионы покрытия	Платформа активна в некоторых странах мира, включая Гаити, Филиппины, Бразилию, Колумбию и др.
Экологический эффект	Способствует снижению загрязнения окружающей среды пластиковыми отходами и повышению переработки пластика
Влияние на экономику	Способствует борьбе с бедностью и созданию экономических возможностей для уязвимых групп населения
Инновационные решения	Применяет инновационные технологии блокчейн и мобильных приложений для создания прозрачной и эффективной системы управления пластиковыми отходами

ЭЦП реализует следующие функции:

- сбор и утилизация пластиковых отходов: Plastic Bank разрабатывает и применяет цифровые решения для организации сбора и утилизации пластиковых отходов. Пользователи могут сдавать пластиковые отходы на специальных пунктах сбора, где они получают вознаграждение в виде цифровой валюты [24]. В 2022 г. Plastic Bank отчитался о 2 млрд собранных пластиковых бутылок или более 85 млн кг пластика;

- партнерство с предприятиями: Plastic Bank устанавливает партнерские отношения с предприятиями и организациями, которые заинтересованы в утилизации пластиковых отходов, что позволяет предприятиям использовать пластиковые отходы в своих производственных процессах или в качестве сырья для производства экологических продуктов;

- технологические решения: Plastic Bank использует цифровые и технологические инструменты для облегчения сбора, учета и управления пластиковыми отходами, что позволяет включать мобильные приложения, и онлайн-платформы в системы учета на предприятиях.

Опыт уже реализованных и доказавших свою эффективность ПЦП и ЭЦП позволяет сделать вывод, что при разработке сервисной цифровой платформы необходимо делать акцент на открытость, защищенность, использование искусственного интеллекта, машинного обучения и технологий блокчейна.

Основным документом в области цифровизации экологии является «Стратегическое направление в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования» [26]. Документ предусматривает внедрение следующих технологий: искусственный интеллект; дистанционное зондирование Земли и беспилотный летательный аппарат; технология Интернета вещей; цифровой двойник. Активно разрабатывается раздел «Экология» на платформе «ГосТех». По плану домен «Экология» будет объединять 20 сервисов в сферах экологии, включая следующие отрасли: природопользование; обращение с отходами; мониторинг окружающей среды; охота и рыбалка; путешествия по особо охраняемым природным территориям.

Таким образом, стратегия цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования направлена на реализацию комплекса мероприятий по повышению эффективности использования природных ресурсов и обеспечения контроля и мониторинга за состоянием окружающей среды на территории Российской Федерации.

Заключение и выводы

В данной статье предпринята попытка проанализировать международный и российский опыт функционирования промышленных и экологических платформ, созданных с целью повышения ресурсной и экологической эффективности хозяйствующих субъектов. Формирование таких платформ требует более глубокого исследования, особенно в контексте ресурсоэффективности, НДТ и ESG-трансформации. Такой подход объединяет понятие «цифровая платформа» с институциональными механизмами формирования инновационной инфраструктуры и обеспечения трансфера знаний и технологий. Формирование экосистемной инфраструктуры является неотъемлемой частью реализации экосистемных моделей. Как правило, участники и потребители связаны

через общую цифровую платформу или интегрируют свои сервисы в единые цифровые приложения. Таким образом, цифровая экосистема позволяет осуществлять диагностику деятельности акторов, выявлять потенциальные вызовы и угрозы и моделировать оптимальные стратегии устойчивого развития.

Развитие экосистемной интеграции промышленных предприятий через увеличение количества совместных инновационных технологических и экологических проектов позволит реализовать ресурсоэффективную промышленную политику.

Список литературы

1. Korovin G. B. Network structures in the regional industry // *Economy of Regions*. 2020. Vol. 16. P. 1132–1146. doi: 10.17059/ekon.reg.2020-4-9
2. Anjos F. Resource configuration, inter-firm works, and organizational performance // *Mathematical Social Sciences*. 2016. Vol. 82. P. 37–48. doi: 10.1016/j.math-socsci.2016.04.003
3. Gulati R., Lavie D., Madhavan R. How do networks matter? The performance effects of interorganizational networks // *Research in Organizational Behavior*. 2011. Vol. 31. P. 207–224. doi: 10.1016/j.riob.2011.09.005
4. Wang G., Yang J., Xu F. Analyzing Express Revenue Spatial Association Network's Characteristics and Effects: A Case Study of 31 Provinces in China // *Sustainability*. 2023. Vol. 15. P. 276. doi: 10.3390/su15010276
5. Ahmed S., Singh M., Doherty B. [et al.]. An Empirical Analysis of State-of-Art Classification Models in an IT Incident Severity Prediction Framework // *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13. P. 3843. doi: 10.3390/app13063843
6. Bolshakov N., Badenko V., Yadykin V. [et al.]. Cross-Industry Principles for Digital Representations of Complex Technical Systems in the Context of the MBSE Approach: A Review // *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13. P. 6225. doi: 10.3390/app13106225
7. Ma Y., Zhao R., Yin N. Application of an Improved Link Prediction Algorithm Based on Complex Network in Industrial Structure Adjustment // *Processes*. 2023. Vol. 11. P. 1689. doi: 10.3390/pr11061689
8. Nogueira P., Pereira L., Simões A. [et al.]. Vertical Integration Dynamics to Innovate in Technology Business // *Informatics*. 2023. Vol. 10. P. 25. doi: 10.3390/informat-ics10010025
9. Толстых Т. О., Шмелева Н. В., Гамидуллаева Л. А., Краснобаева В. С. Роль коллаборации в развитии интеграции промышленных предприятий // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*. 2023. № 1. С. 5–36. doi: 10.21685/2227-8486-2023-1-1
10. Gamidullaeva L., Tolstykh T., Bystrov A. [et al.]. Cross-Sectoral Digital Platform as a Tool for Innovation Ecosystem Development // *Sustainability*. 2021. Vol. 13. P. 11686.
11. Tolstykh T., Gamidullaeva L., Shmeleva N. [et al.]. Megapolis as a Symbiosis of Socio-Economic Ecosystems: The Role of Collaboration // *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2022. Vol. 8, iss. 3. P. 126.
12. Shinkevich A. I., Ershova I. G., Galimulina F. F. Forecasting the Efficiency of Innovative Industrial Systems Based on Neural Networks // *Mathematics*. 2023. Vol. 11, № 1. P. 164. doi: 10.3390/math11010164
13. Ершова И. Г., Каракулин А. Ю. Управление трансформацией экосистем в цифровой инновационной среде // *Вестник Северо-Кавказского федерального университета*. 2022. № 3. С. 79–84. doi: 10.37493/2307-907X.2022.3.10
14. Kovalchuk Yu. A., Stepnov I. M., Petrovic T. Evolution of Digital Platforms to Ecosystems: Is the Digital Paradox Real? // *The Platform Economy : Designing a Supranational Legal Framework*. Singapore : Palgrave Macmillan, 2022. P. 37–48. doi: 10.1007/978-981-19-3242-7_3

15. Степнов И. М., Ковальчук Ю. А. «Зеленые» стратегии и цифровые решения: дивергенция или конвергенция? // Друкеровский вестник. 2022. № 1. С. 54–62. doi: 10.17213/2312-6469-2022-1-54-62
16. Скобелев Д. О., Доброхотова М. В., Курошев И. С. Оценки ресурсной эффективности промышленного производства. Энциклопедия технологий // Качество и жизнь. 2019. № 4. С. 66–69.
17. Скобелев Д. О. Промышленная политика повышения ресурсоэффективности и достижение целей устойчивого развития // Journal of New Economy. 2020. Т. 21, № 4. С. 153–173.
18. Скобелев Д. О. Наилучшие доступные технологии: опыт повышения ресурсной и экологической эффективности производства. М. : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2020.
19. О платформе ZIoT // Zyfra. URL: <https://www.zyfra.com> (дата обращения: 15.05.2023).
20. О платформе Siemens Industrial Edge // Siemens. URL: <https://www.siemens.com> (дата обращения: 15.05.2023).
21. О платформе GE Digital // General Electric. URL: <https://www.ge.com> (дата обращения: 17.05.2023).
22. О проекте «Снова в дело» // Снова в дело. URL: <https://snovavdelo.ru> (дата обращения: 23.05.2023).
23. О платформе «Materiaalitori» // Materiaalitori. URL: <https://www.materiaalitori.fi> (дата обращения: 24.05.2023).
24. О платформе «Plastic bank» // Plastic bank. URL: <https://plasticbank.com> (дата обращения: 21.05.2023).
25. Скобелев Д. О., Волосатова А. А., Гусева Т. В., Панова С. В. Применение концепции наилучших доступных технологий в различных системах зеленого финансирования: международный опыт и перспективы использования в государствах-членах Евразийского экономического союза // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14, № 2. С. 33.
26. Стратегическое направление в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования : распоряжение Правительства Российской Федерации № 3496-р от 08.12.2021.

References

1. Korovin G.B. Network structures in the regional industry. *Economy of Regions*. 2020;16:1132–1146. doi: 10.17059/ekon.reg.2020-4-9
2. Anjos F. Resource configuration, inter-firm works, and organizational performance. *Mathematical Social Sciences*. 2016;82:37–48. doi: 10.1016/j.mathsocsci.2016.04.003
3. Gulati R., Lavie D., Madhavan R. How do networks matter? The performance effects of interorganizational networks. *Research in Organizational Behavior*. 2011;31:207–224. doi: 10.1016/j.riob.2011.09.005
4. Wang G., Yang J., Xu F. Analyzing Express Revenue Spatial Association Network's Characteristics and Effects: A Case Study of 31 Provinces in China. *Sustainability*. 2023;15:276. doi: 10.3390/su15010276
5. Ahmed S., Singh M., Doherty B. et al. An Empirical Analysis of State-of-Art Classification Models in an IT Incident Severity Prediction Framework. *Applied Sciences*. 2023;13:3843. doi: 10.3390/app13063843
6. Bolshakov N., Badenko V., Yadykin V. et al. Cross-Industry Principles for Digital Representations of Complex Technical Systems in the Context of the MBSE Approach: A Review. *Applied Sciences*. 2023;13:6225. doi: 10.3390/app13106225
7. Ma Y., Zhao R., Yin N. Application of an Improved Link Prediction Algorithm Based on Complex Network in Industrial Structure Adjustment. *Processes*. 2023;11:1689. doi: 10.3390/pr11061689

8. Nogueira P., Pereira L., Simões A. et al. Vertical Integration Dynamics to Innovate in Technology Business. *Informatics*. 2023;10:25. doi: 10.3390/informatics10010025
9. Tolstykh T.O., Shmeleva N.V., Gamidullaeva L.A., Krasnobaeva V.S. The role of collaboration in the development of integration of industrial enterprises. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2023;(1):5–36. (In Russ.). doi: 10.21685/2227-8486-2023-1-1
10. Gamidullaeva L., Tolstykh T., Bystrov A. et al. Cross-Sectoral Digital Platform as a Tool for Innovation Ecosystem Development. *Sustainability*. 2021;13:11686.
11. Tolstykh T., Gamidullaeva L., Shmeleva N. et al. Megapolis as a Symbiosis of Socio-Economic Ecosystems: The Role of Collaboration. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2022;8(3):126.
12. Shinkevich A.I., Ershova I.G., Galimulina F.F. Forecasting the Efficiency of Innovative Industrial Systems Based on Neural Networks. *Mathematics*. 2023;11(1):164. doi: 10.3390/math11010164
13. Ershova I.G., Karakulin A.Yu. Management of ecosystem transformation in the digital innovation environment. *Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta = Bulletin of the North Caucasus Federal University*. 2022;(3):79–84. (In Russ.). doi: 10.37493/2307-907X.2022.3.10
14. Kovalchuk Yu.A., Stepnov I.M., Petrovic T. Evolution of Digital Platforms to Ecosystems: Is the Digital Paradox Real? *The Platform Economy: Designing a Supranational Legal Framework*. Singapore: Palgrave Macmillan, 2022:37–48. doi: 10.1007/978-981-19-3242-7_3
15. Stepnov I.M., Koval'chuk Yu.A. "Green" strategies and digital solutions: divergence or convergence? *Drukerovskiy vestnik = Drucker's Bulletin*. 2022;(1):54–62. (In Russ.). doi: 10.17213/2312-6469-2022-1-54-62
16. Skobelev D.O., Dobrokhotova M.V., Kuroshev I.S. Estimates of resource efficiency of industrial production. *Encyclopedia of Technologies. Kachestvo i zhizn' = Quality and life*. 2019;(4):66–69. (In Russ.)
17. Skobelev D.O. Industrial policy of increasing resource efficiency and achieving sustainable development goals. *Journal of New Economy*. 2020;21(4):153–173. (In Russ.)
18. Skobelev D.O. *Nailuchshie dostupnye tekhnologii: opyt povysheniya resursnoy i ekologicheskoy effektivnosti proizvodstva = The best available technologies: experience in improving resource and environmental efficiency of production*. Moscow: Akademiya standartizatsii, metrologii i sertifikatsii, 2020. (In Russ.)
19. About the ZIIoT platform. *Zyfra = Zyfra*. (In Russ.). Available at: <https://www.zyfra.com> (accessed 15.05.2023).
20. About the Siemens Industrial Edge platform. *Siemens*. (In Russ.). Available at: <https://www.siemens.com> (accessed 15.05.2023).
21. About the GE Digital platform. *General Electric*. (In Russ.). Available at: <https://www.ge.com> (accessed 17.05.2023).
22. About the project "Back to business". *Snova v delo = Back to business*. (In Russ.). Available at: <https://snovavdelo.ru> (accessed).
23. About the platform "Materiaalitori". *Materiaalitori*. (In Russ.). Available at: <https://www.materiaalitori.fi> (accessed 24.05.2023).
24. About the platform "Plastic bank". *Plastic bank*. (In Russ.). Available at: <https://plasticbank.com> (accessed 21.05.2023).
25. Skobelev D.O., Volosatova A.A., Guseva T.V., Panova S.V. Application of the concept of the best available technologies in various green finance systems: international experience and prospects for use in the member States of the Eurasian Economic Union. *Vestnik evraziyskoy nauki = Bulletin of Eurasian Science*. 2022;14(2):33. (In Russ.)
26. *Strategicheskoe napravlenie v oblasti tsifrovoy transformatsii otrasli ekologii i prirodopol'zovaniya: rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii № 3496-r ot*

08.12.2021 = *Strategic direction in the field of digital transformation of the ecology and nature management industry: Decree of the Government of the Russian Federation No. 3496-r dated 08.12.2021.* (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Татьяна Олеговна Толстых

доктор экономических наук,
профессор кафедры индустриальной
стратегии,
Национальный исследовательский
технологический университет «МИСИС»
(Россия, г. Москва, Ленинский пр-кт, 4)
E-mail: tt400@mail.ru

Tatyana O. Tolstykh

Doctor of economical sciences,
professor of the sub-department
of industrial strategy,
National Research Technological University
"MISIS"
(4 Leninsky avenue, Moscow, Russia)

Надежда Васильевна Шмелева

кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры индустриальной
стратегии,
Национальный исследовательский
технологический университет «МИСИС»
(Россия, г. Москва, Ленинский пр-кт, 4)
E-mail: nshmeleva@misys.ru

Nadezhda V. Shmeleva

Candidate of economical sciences,
associate professor, associate professor
of the sub-department of industrial strategy,
National Research Technological University
"MISIS"
(4 Leninsky avenue, Moscow, Russia)

Иван Геннадиевич Супруненко

аспирант кафедры индустриальной
стратегии,
Национальный исследовательский
технологический университет «МИСИС»
(Россия, г. Москва, Ленинский пр-кт, 4)
E-mail: suprunenko123@mail.ru

Ivan G. Suprunenko

Postgraduate student
of the sub-department of industrial strategy,
National Research Technological University
"MISIS"
(4 Leninsky avenue, Moscow, Russia)

Илья Сергеевич Курошев

начальник отдела металлургической,
нефтегазовой и горнорудной
промышленности,
Центр экологической
промышленной политики
(Россия, г. Москва,
Стремянный переулок, 38)
E-mail: i.kuroshev@eipc.center

Ilya S. Kuroshev

Head of the department of metallurgy,
oil and gas, and mining,
Environmental Industrial Policy Centre
(38 Stremyanny lane, Moscow, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 24.07.2023

Поступила после рецензирования/Revised 25.08.2023

Принята к публикации/Accepted 26.08.2023