

УДК 332.1

DOI: 10.26456/2219-1453/2026.3.154-163

Организация отраслевого инжиниринга в области экономики замкнутого цикла

М.А. Рудаков

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения», г. Санкт-Петербург

В статье обоснованы особенности организации отраслевого инжиниринга в области экономики замкнутого цикла. Отраслевой инжиниринг в области экономики замкнутого цикла формирует внедрение в отрасли общих принципов циклического обращения с ресурсами. Научная новизна и практическая значимость работы заключается в выявлении характеристик отраслевого инжиниринга: организации доступа к территориально-организационному пространству со вторичными ресурсами; создании бизнес-возможностей по проектам экономики замкнутого цикла; формировании систем, которые усиливают взаимозависимость между субъектами отрасли; разработке правил по распределению стоимости вторичных ресурсов на разных производственных циклах. Организация отраслевого инжиниринга в области экономики замкнутого цикла открывает особые перспективы для развития экономических систем, обосновывает их характеристики и динамики с течением времени.

Ключевые слова: *отраслевой инжиниринг, экономическая система, отрасль, экономика замкнутого цикла, система управления, инновации, проект.*

В настоящее время существует важный исследовательский вопрос о способности проектов экономики замкнутого цикла, основанных на деятельности по переработке и повторному использованию вторичных ресурсов, влиять на возможность создания и извлечения выгоды для различных отраслей экономики на постоянной основе. Чтобы решить эту научную проблему, предлагается проанализировать особенности использования отраслевого инжиниринга в области экономики замкнутого цикла, что откроет перспективы для исследования технических решений, циклов, инноваций и специфики этих проектов, поскольку они особенно реагируют на определенные экономические изменения (колебания цен на первичное сырье, санкции и т.д.).

Рост роли внедрения новых подходов в производстве и управлении для укрепления промышленного потенциала государства обеспечивается за счет перестройки внутренних процессов, реализуемых как элемент развития субъектов экономической системы [4].

Стоит отметить необходимость определения управленческих процессов, которые способствуют развитию инноваций в проектах экономики замкнутого цикла и повышают тем самым устойчивость

экономических систем. Из всех элементов экономики замкнутого цикла, которые ее регулируют и укрепляют, именно отраслевой инжиниринг является механизмом, требующим дополнительного изучения, поскольку он формирует способность структурировать с помощью отраслевого проектирования инновационные сети, новые рынки и производственно-сбытовые цепочки по созданию дополнительной стоимости для вторичных ресурсов. Все эти аспекты и формируют научную проблематику, которая обосновывается в статье.

Результаты исследования

Характерным явлением последних лет является появление новых отраслей экономики, которые, с одной стороны, создают инновационные механизмы и внедряют проекты экономики замкнутого цикла в соответствии с нормативными актами [2], а с другой стороны, стремятся к использованию качественных производственных и бизнес-возможностей, формируя более высокую структуру затрат, с учетом необходимых инвестиционных вливаний и профессиональных компетенций.

При этом под бизнес-возможностью понимается «полезная информация, к которой предприниматель получает доступ, если он обладает знаниями, дополняющими эту новую информацию, которые позволяют ее интерпретировать, и он владеет определенными когнитивными свойствами, чтобы ее оценить» [8].

В экономике замкнутого цикла координационные и управленческие процессы совместных разработок по использованию вторичных ресурсов необходимо проводить в соответствии с корректировками взаимных требований различных субъектов экономической системы.

Экономику замкнутого цикла следует рассматривать как «экономическую систему, основанную на бизнес-моделях, которые заменяют окончание срока службы материалов в процессах производства, распределения и потребления сокращением, повторным использованием, переработкой и восстановлением» [12].

А.С. Будагов и М.А. Рудаков считают, «что утилизация вторичных ресурсов – это практика, используемая при линейной экономической системе, в то время как формирование управленческих циклов с участием промышленного субъекта в секторе переработке вторичных ресурсов это практика экономики замкнутого цикла» [5].

При этом участники должны выражать свои технические и экономические ограничения, проводить эксперименты и проверку определенных инновационных технологий, пока не придут к единому мнению относительно полученных результатов, которые отвечают их интересам и предполагаемым потребностям общества. Однако, даже когда субъекты экономической системы достигают положительного результата, это не значит, что они полностью создали новый

качественный ресурс, процесс, материал, технологию. Это связано с тем, что цель перерабатывающей компании состоит не в том, чтобы предоставить результат только одному клиенту, поскольку его потребности недостаточны для окупаемости, а нужно его продать целому ряду промышленных компаний с соответствующими запросами. Интерес промышленности заключается в том, чтобы этот вторичный ресурс производился несколькими перерабатывающими компаниями, с целью создания конкуренции и варьирования цен.

В этих условиях необходимо обосновать, как проекты экономики замкнутого цикла могут способствовать формированию устойчивых экономических систем, создавать новые механизмы регионального развития, производственно-сбытовые цепочки, новые рынки и отрасли. Прежде чем вторичные ресурсы будут идентифицированы, они должны пройти спецификацию и быть квалифицированы, т.е. обоснованы с помощью процедуры стандартизации принятой институциональной средой бизнеса. В этом случае они приносят пользу всем субъектам замкнутой экономической системы. Современный зрелый рынок продукции перерабатывающей промышленности основывается на интеграции накапливаемых вторичных ресурсов, что создает конкурентную торговлю. Проблема оптимального взаимодействия субъектов экономической системы в этом случае заключается в том, что они массово заинтересованы в совместных действиях, например, инвестировании, но ни один из них не заинтересован в том, чтобы брать на себя полную индивидуальную ответственность за проект экономики замкнутого цикла. Неопределённость и риск такого поведения увеличивается с повышением неоднородности и числа участников проекта экономики замкнутого цикла. В инновационных проектах экономики замкнутого цикла субъекты экономической системы не только производят собственные знания и передовые технологии, например, в кластерах, но и участвуют в процессе инвестирования проектов, которые в будущем принесут пользу всем им. Проблема в том, что создание этих кластеров требует больших временных затрат, ресурсов, знаний и государственной поддержки, иначе они могут ограничиться только разработкой взаимного соглашения, что не принесет никакого положительного эффекта.

В рамках организации и координации этого взаимодействия предлагается рассмотреть роль отраслевого инжиниринга в области экономики замкнутого цикла.

Вопросами исследования отраслевого инжиниринга занимались такие ученые, как: Г.Г. Карачурина, Я.А. Никифоров [6], Б.О. Кузнецов [7], Р.Г. Покоенок, С.В. Либеровская [8] и др.

Под инжинирингом понимается «инженерно-консультационная деятельность, содержанием которой является решение инженерных задач,

связанных с созданием или совершенствованием продукции, систем и (или) процессов» [11].

Отраслевой инжиниринг – это деятельность, направленная на решение технических задач в конкретных отраслях экономики.

Отраслевой инжиниринг в области экономики замкнутого цикла формирует внедрение в отрасли общих принципов циклического обращения ресурсов, а также разработку технических решений для реализации этих принципов, полезных для развития новых видов экономической деятельности и их организации в инновационных сетях или производственно-сбытовых цепочках.

Отраслевой инжиниринг регламентируется федеральным законом от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» [12], ГОСТ Р 57306-2016 «Инжиниринг. Терминология и основные понятия в области инжиниринга. Национальный стандарт Российской Федерации» [3].

Отраслевой инжиниринг в области экономики замкнутого цикла включает в себя:

— деятельность по квалификации готовой продукции, сделанной из вторичных ресурсов (разработка стандартов, норм, измерений, систем тестирования, правил), которые помогут сформировать бизнес-возможности для новых видов коммерческой деятельности и разработки новых проектов экономики замкнутого цикла;

— инновационные виды деятельности, связанные с управлением и разработкой механизмов и проектов экономики замкнутого цикла;

— познавательную деятельность в разных отраслях экономики, где присутствует малый/средний бизнес и представители институциональной среды (мероприятия по распространению знаний об экономике замкнутого цикла; информационная поддержка компаний; проведение обсуждений проектов; интеграция новых субъектов экономической системы в совместные исследовательские проекты; развитие общей технологической инфраструктуры и т.д.).

Посредством этих видов деятельности генерируются новые вторичные ресурсы, компетенции и технологические процессы, при которых отраслевой инжиниринг трансформирует различные экономические системы и их координационные механизмы в рамках новых замкнутых производственно-сбытовых цепочек или инновационных сетей.

Экономика замкнутого цикла обладает рядом свойств, обусловленных внутренней логикой и необходимостью применения узкоспециализированного инжиниринга, помимо стандартных экономических механизмов.

«Экономика замкнутого цикла представляет собой совокупность мероприятий, направленных на управление любым видом и типом

производственного актива, который уже был использован, как основной, но потерял свои конкурентоспособные свойства и качества» [10].

Первая характеристика касается организации доступа к территориально-организационному пространству, где находятся вторичные ресурсы. Развитие экономики замкнутого цикла полностью зависит от способности находить такие пространства, которые существуют в ограниченном количестве и являются предметом конкурентной борьбы между субъектами экономической системы. Без отраслевого инжиниринга и институционального регулирования присутствует высокий риск недобросовестной конкуренции в этом вопросе.

Вторая характеристика связана с созданием бизнес-возможностей по проектам экономики замкнутого цикла и мероприятий по повышению квалификации субъектов экономической системы, т.к. много малых и средних компаний не располагают ресурсами и компетенциями для выхода на промышленные отраслевые рынки. Следовательно, основным вопросом является интеграция их взаимодействия, сопровождающаяся повышением их квалификации, которое возможно организовать в рамках отраслевого инжиниринга.

Третья характеристика носит системный характер, который усиливает взаимозависимость между субъектами экономической системы, следовательно, они не являются независимыми друг от друга и должны обеспечивать взаимодополняемость с другими экономическими системами, расположенными в разных регионах. Все эти взаимосвязи требуют совместных действий в области моделирования вторичных ресурсопотоков, чтобы лучше определить ценностные потенциалы проектов экономики замкнутого цикла, что важно осуществлять при отраслевом инжиниринге.

Четвёртая характеристика направлена на необходимость формирования правил по распределению стоимости вторичных ресурсов на разных производственных циклах. Некоторые из них не появляются только потому, что одни субъекты экономической системы получают большую часть прибыли за счет других. Например, если перерабатывающие компании отказываются от вторичного ресурса в пользу первичного сырья при низких ценах на последние, то существует риск дестабилизации производственно-сбытовой цепочки, которую будет трудно восстановить. Чтобы снизить такие риски по неопределенности ситуации, в рамках отраслевого инжиниринга могут быть сформированы институциональные предложения по распределению стоимости вторичных ресурсов и ценовых стабилизационных механизмов, направленных на стимулирование инвестиционного процесса и уменьшение отрицательных последствий колебания цен на сырье.

Все вышеописанные характеристики являются барьерами для полноценного внедрения экономики замкнутого цикла в развитие

экономических систем. Помимо этого, важно обратить внимание на актуальные потребности отраслей в создании новых научно-исследовательских и опытно-конструкторских мощностей для малого и среднего бизнеса и формировании компетенций в области отраслевого инжиниринга. Эти составляющие являются необходимым условием для развития замкнутых экономических систем и их устойчивости в условиях появления экономики замкнутого цикла.

В настоящее время на рынке существует много организационных форм для управления отраслевыми инжиниринговыми мероприятиями, которые поддерживаются крупными компаниями, при этом отрасли экономики интегрированы едиными механизмами между компаниями и институциональными субъектами (региональные экологические операторы, торгово-промышленная палата и др.). В развитых отраслях промышленности деятельность по отраслевому инжинирингу часто поддерживается крупными компаниями/корпорациями с устойчивым положением на рынке. Чем большее количество разнородных субъектов имеет отрасль, которые не обладают реальными возможностями для выполнения институциональных правил по работе со вторичными ресурсами, тем более важным является отраслевой инжиниринг, необходимый для организации принципов циклического обращения с ресурсами.

Для решения этих проблем государство может в некоторых отраслях экономики стимулировать появление экологических организаций, частных инвестиционных компаний, некоммерческих фондов, представляющих интересы общества и финансируемых за счет взносов промышленных компаний, целью которых является инвестирование нерентабельных производственных и/или подготовительных операций, например, сбор и сортировка вторичных ресурсов. В развивающихся отраслях многочисленность и разнородность субъектов экономической системы обуславливает необходимость появления экологических организаций с широкими возможностями реагирования на проекты экономики замкнутого цикла, которые за счет отраслевого инжиниринга контролируют вторичные ресурсы, предъявляют требования к региональным экологическим операторам и оценивают производственный перерабатывающий процесс на всех его этапах.

Структурированно организованный отраслевой инжиниринг обладает следующими особенностями:

- представляет собой набор интегрированных вторичных ресурсов, необходимых для разработки новых проектов экономики замкнутого цикла;
- позволяет выявить недостающие звенья, отсутствующие в производственно-сбытовой цепочке по созданию готовой продукции из

переработанного материала на определенном территориально-организационном пространстве;

- помогает завершить организацию производственного цикла;
- поддерживает субъектов экономической системы в повышении их квалификации в области экономики замкнутого цикла;
- устанавливает взаимовыгодные отношения с потенциальными клиентами;
- предоставляет набор разнообразных услуг и информационных ресурсов.

В настоящее время организация отраслевого инжиниринга в области экономики замкнутого цикла формируется под влиянием перерабатывающих компаний и субъектов малого и среднего бизнеса. Эти совместные действия, поддерживаемые государством, стали возможными благодаря тому факту, что многие вторичные ресурсы содержат ценные материалы, которые оправдывают совместные инвестиционные проекты. Отраслевой инжиниринг основан, в первую очередь, на участии крупных корпораций, которые контролируют территориально-организационные пространства со вторичными ресурсами и рынки их сбыта. Большинство таких корпораций вложили значительные инвестиции в разработку стандартов; в сопровождение заинтересованных субъектов экономической системы в научные исследования проектов экономики замкнутого цикла; в заключение долгосрочных контрактов и спецификаций; в разработку новых вторичных ресурсов; в развитие экономики знаний; в создание положительного общественного мнения. Стоит отметить, что по отдельности эти действия в рамках отраслевого инжиниринга не создают непосредственной ценности, но потенциальную пользу получают все субъекты замкнутой экономической системы. При этом действия имеют два эффекта: позволяют развивать и поддерживать проекты экономики замкнутого цикла, без чего последние не были бы конкурентоспособными; помогают достигать нормативных целей субъектам экономической системы и избавляют их от необходимости подвергаться различным институциональным санкциям. Отраслевой инжиниринг структурирует производственно-сбытовые цепочки и позволяет внедрять новые проекты экономики замкнутого цикла по переработке и/или повторному использованию вторичных ресурсов с привлечением малого и среднего бизнеса.

В течение последних десятилетий стратегия развития регионов Российской Федерации базируется на максимально полном и эффективном использовании ресурсного потенциала локальных экономических систем [9].

При всех положительных свойствах отраслевой инжиниринг сталкивается с рядом препятствий:

— взаимодействие между субъектами экономической системы не является постоянным, т.е. всегда имеется временной лаг формирующейся на основании контракта по проекту экономики замкнутого цикла;

— инициативы любых субъектов экономической системы часто не реализуются из-за институциональных барьеров при реализации проектов экономики замкнутого цикла;

— наличие внешних и внутренних рисков бизнес-среды;

— неравномерное распределение вторичных ресурсов между небольшим количеством субъектов экономической системы.

Для их преодоления необходимо применять следующие меры: целенаправленное вмешательство общества; введение регулирующих норм и правил; разработку цифровых платформ; создание центров отраслевого инжиниринга, поддерживаемых государством, цель которых заключалась бы в содействии перерабатывающим компаниям в развитии новых проектов экономики замкнутого цикла и создании необходимой для общества продукции.

Заключение

Производственное взаимодействие между участниками рынка служит условием для разработки отраслевых экономических систем, основанных на принципах экономики замкнутого цикла. Организация отраслевого инжиниринга открывает особые перспективы развития для экономических систем и может осуществляться на основе системного подхода, который заменяет линейные процессы по созданию ценности, ориентированные на перерабатывающие компании, замкнутыми процессами по созданию новых производственно-сбытовых цепочек и инновационных сетей. Отраслевой инжиниринг закладывает основу для анализа взаимосвязи между инновациями в проектах экономики замкнутого цикла и методами структурирования каналов сбыта и рынков вторичных ресурсов с целью определения оптимальных условий для появления и распространения новых ценностных предложений по их переработке.

Список литературы

1. Федеральный закон от 31.12.2014 №488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173119/ (дата обращения: 05.03.2026).
2. Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла» // Минприроды России URL: <https://www.mnr.gov.ru/> (дата обращения: 05.03.2026).
3. ГОСТ Р 57306-2016 «Инжиниринг. Терминология и основные понятия в области инжиниринга». Национальный стандарт Российской Федерации https://www.pmssoft.ru/upload/iblock/a81/Natsionalnaya_sistema_standartizatsii_inzhiniringa.pdf (дата обращения: 05.03.2026).

4. Будагов А.С., Рудаков М.А. Изучение инновационной привлекательности, как элемента регионального развития экономической системы Российской Федерации // Научно-практический теоретический журнал «Экономика и управление: проблемы, решения». М.: ИД «Научная библиотека» 2025. Т.1, № 11. С.142–150.
5. Будагов А.С., Рудаков М.А. Управление экономикой замкнутого цикла в условиях трансформации экономических систем: монография / А. С. Будагов, М. А. Рудаков. – СПб.: ГУАП, 2026. – 190 с.
6. Карачурина Г.Г. Особенности развития инжиниринговой деятельности / Г.Г. Карачурина, Я.А. Никифоров // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2025. № 1(51). С. 87–93.
7. Кузнецов Б.О. Управление сферой инжиниринга в российской экономике // Московский экономический журнал. 2024. Т. 9. № 4. С. 423-444.
8. Покоенок Р.Г. Актуальные вопросы инжиниринга / Р.Г. Покоенок, С.В. Либеровская // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2022. Т. 1. С. 95-98.
9. Рудакова Л.В. Парадигмы развития современного предпринимательства // Научный журнал «Вестник Академии». М.: ИД «Научная библиотека». 2023. № 4(78). С. 104–110.
10. Рудаков М.А. Применение нового координационного механизма, как способа управления экономической системой // Научно-практический теоретический журнал «Экономика и управление: проблемы, решения». М.: ИД «Научная библиотека» 2025. Т.1, № 12. С.137–144.
11. Рудаков М.А. Учет правовых аспектов информационной безопасности экономики замкнутого цикла, как новой экономической системы. – Текст: непосредственный // Электронный научно-практический журнал «Учет и контроль». 2025. № 10. С. 97–106.
12. Machado, N. and Morioka, S.N. (2021), “Contributions of modularity to the circular economy: A systematic review of literature”, *Journal of Building Engineering*, vol. 44, 103322, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103322>

Об авторе:

РУДАКОВ Михаил Алексеевич – ассистент кафедры бизнес-информатики и менеджмента. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», (190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А), e-mail: misha.rudakov.2017@mail.ru, ORCID: 0009-0009-3679-0415.

Organization of industrial engineering in the field of closed-loop economics

M.A. Rudakov

St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg

This article substantiates the specifics of organizing industry engineering in the field of a circular economy. Circular economy engineering fosters the

implementation of general principles of cyclical resource management within the industry. The scientific novelty and practical significance of this work lie in identifying the characteristics of industry engineering; organizing access to territorial and organizational space with secondary resources; creating business opportunities for circular economy projects; developing systems that enhance interdependence between industry participants; and developing rules for distributing the cost of secondary resources across different production cycles. Organizing industry engineering in the field of a circular economy opens up special prospects for the development of economic systems, substantiating their characteristics and their dynamics over time.

Keywords: *industry engineering, economic system, industry, closed-loop economy, management system, innovation, project.*

About the author:

RUDAKOV Mikhail Alekseevich – Assistant Professor, Department of Business Informatics and Management, FGAOU VO “Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation”, Saint Petersburg, Russia, e-mail: misha.rudakov.2017@mail.ru, ORCID: 0009-0009-3679-0415.

Статья поступила в редакцию 10.01.2026

Статья подписана в печать 15.09.2026