

## Производственный менеджмент в циркулярной экономике: кейсы Сибирского федерального округа

М.К. Измайлов

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ), ул. Политехническая, 29,  
Санкт-Петербург, Россия  
izmajlov\_mk@spbstu.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3147-9603>  
Статья поступила 26.01.2026, принята 27.02.2026

*Проанализированы теоретические подходы и эмпирические практики трансформации производственного менеджмента в контексте перехода к экономике замкнутого цикла на примере промышленно-ресурсного региона. Выявлены и детально изучены три репрезентативных кейса, реализуемых в Сибирском федеральном округе: деятельность концессионного комплекса по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов «Сибирь», процесс создания экопромышленного парка «Верх-Тула» как инфраструктурной площадки для малых переработчиков, а также корпоративная стратегия крупного промышленного холдинга ПАО «СИБУР» по вовлечению полимерных отходов в хозяйственный оборот. Определены ключевые управленческие задачи и адаптационные механизмы, специфичные для регионов с обширной территорией, включая организацию логистики вторичных материальных ресурсов, формирование кооперационных сетей между участниками рынка и интеграцию экологических целей в систему операционного менеджмента. Установлено, что внедрение циркулярных принципов обуславливает смену управленческой парадигмы от оптимизации внутренних линейных процессов к координации сложных, нелинейных и зачастую внешних потоков в рамках формирующейся региональной экосистемы. Сформирована оригинальная типология управленческих моделей, доказывающая, что эффективность перехода определяется способностью менеджмента к глубокой адаптации общих подходов к местным институциональным, экономическим и географическим условиям. Разработаны практико-ориентированные рекомендации для бизнеса и органов власти, направленные на развитие компетенций в области управления жизненным циклом продукта, проектирования замкнутых цепочек создания стоимости и преодоления системных барьеров, связанных с сырьевой специализацией и масштабами территории. Доказано, что производственный менеджмент в сибирских условиях эволюционирует в направлении управления не отдельным предприятием, а межорганизационными ресурсными потоками, что открывает новые направления для научных исследований и формирования региональной промышленной политики.*

**Ключевые слова:** циркулярная экономика; производственный менеджмент; Сибирский федеральный округ; кейс-стади; управленческие модели; рециклизация отходов; кластерное развитие.

## Production management in the circular economy: cases from the Siberian Federal District

M.K. Izmaylov

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; 29, Polytechnicheskaya St., St. Petersburg, Russia  
izmajlov\_mk@spbstu.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3147-9603>  
Received 26.01.2026, accepted 27.02.2026

*The paper examines theoretical approaches and empirical practices in the transformation of production management within the context of transitioning to a circular economy, using an industrial and resource-rich region as a case study. Three representative case studies implemented in the Siberian Federal District have been identified and analyzed in detail: the activities of Concession Complex for Waste Treatment, Recycling, and Neutralization «Siberia»; the development process of Ecotechnopark "Verkh-Tula" as an infrastructure platform for small-scale recyclers; and the corporate strategy of the major industrial holding company "SIBUR" PJSC for integrating polymer waste into economic circulation. Key management challenges and adaptation mechanisms specific to vast territorial regions have been determined, including the organization of secondary material resources logistics, the formation of cooperative networks among market participants, and the integration of environmental objectives into operational management systems. It has been established that the implementation of circular principles necessitates a paradigm shift in management – from optimizing internal linear processes to coordinating complex, nonlinear, and often external flows within an emerging regional ecosystem. An original typology of management models has been developed, demonstrating that the effectiveness of the transition is determined by management's ability to deeply adapt general approaches to local institutional, economic, and geographical conditions. Practice-oriented recommendations have been formulated for businesses and government authorities, aimed at developing competencies in product life cycle management, designing closed value chains, and overcoming systemic barriers related to raw material specialization and territorial scale. It has been proven that production management under Siberian conditions is evolving toward the management of inter-organizational resource flows rather than individual enterprises, opening new directions for scientific research and the formation of regional industrial policy.*

**Keywords:** circular economy; production management; Siberian Federal District; case studies; management models; waste recycling; cluster development.

**Введение.** Современный этап глобального экономического развития характеризуется возрастающим противоречием между традиционной линейной моделью «добыть-произвести-выбросить» и исчерпанием экологической ёмкости планеты. В качестве ответа на этот вызов сформировалась концепция циркулярной, или замкнутой, экономики, которая позиционируется как система возобновляемого производства и потребления, нацеленная на максимальное использование ресурсов, исключение отходов и снижение негативного воздействия на природу [1, 2]. Для России, и особенно для её ресурсно-ориентированных регионов, интеграция этих принципов из теоретической плоскости в практику реального сектора становится не просто трендом, а стратегической необходимостью [3, 4]. Эта необходимость закреплена на государственном уровне, о чём свидетельствует запуск в 2022 г. федерального проекта «Экономика замкнутого цикла», который с обновлёнными целевыми показателями вошел в новый национальный проект «Экологическое благополучие», реализуемый с 2025 г. Ключевые задачи проекта, такие как вовлечение в хозяйственный оборот не менее 25 % отходов производства и потребления, создают новый институциональный контекст для деятельности предприятий.

В этом контексте Сибирский федеральный округ представляет собой уникальное и критически важное поле для исследования. С одной стороны, это макрорегион с мощным промышленным и сырьевым потенциалом, где вопросы ресурсоэффективности и управления промышленными отходами стоят особенно остро. С другой стороны, здесь в последние годы реализуются масштабные пилотные проекты, призванные стать точками роста новой экономической модели. К их числу относятся, например, высокотехнологичный комплекс по переработке твёрдых коммунальных отходов (ТКО) «Сибирь» в Томской области, построенный в рекордные сроки и способный перерабатывать до 250 тыс. т отходов в год, или создаваемый в Новосибирской области экопромышленный парк «Верх-Тула», предназначенный для отработки технологий переработки вторичного сырья малыми компаниями. Однако сам факт появления таких объектов, хотя и отражает прогресс, не гарантирует системного перехода. Основная проблема заключается в разрыве между формальным внедрением циркулярных принципов на уровне стратегий и их практической, повседневной имплементацией в управленческие процессы конкретных предприятий и проектов. Именно производственный менеджмент, как дисциплина, отвечающая за организацию, планирование, контроль и совершенствование производственных систем, оказывается тем ключевым звеном, где абстрактные принципы замкнутости должны трансформироваться в конкретные управленческие решения, бизнес-процессы и операционные практики.

Таким образом, предметом настоящего исследования выступают управленческие практики производственного менеджмента, формирующиеся и применяемые в рамках реализации принципов циркулярной эко-

номики на предприятиях и в инфраструктурных проектах Сибирского федерального округа. Фокус сосредоточен не на технологических аспектах как таковых, а на организационных и координационных механизмах, которые обеспечивают их эффективное внедрение и функционирование.

Исходя из обозначенной проблемы, в статье выдвигается следующая научная гипотеза: эффективное внедрение принципов циркулярной экономики в промышленно-ресурсных регионах [5, 6] требует не столько прямого копирования общемировых практик, сколько целенаправленной адаптации инструментов производственного менеджмента с учётом региональной специфики. Эта специфика включает в себя особенности сырьевой базы, масштабы территорий и сопутствующие логистические вызовы, уровень развития кооперационных связей между предприятиями, а также модели взаимодействия с государственными институтами в рамках национальных проектов. Можно предположить, что успешные региональные кейсы демонстрируют комбинацию управленческих решений в области проектного менеджмента (например, при реализации концессионных соглашений), логистики и управления цепями поставок вторсырья, организации кластерного взаимодействия и интеграции экологических КРП в систему операционного менеджмента.

**Цель исследования** состоит в том, чтобы на основе анализа конкретных практик выявить и систематизировать ключевые управленческие подходы и решения в области производственного менеджмента, которые обеспечивают реализацию модели циркулярной экономики в условиях Сибирского федерального округа. Достижение этой цели требует последовательного решения ряда взаимосвязанных задач. Первая задача заключается в операционализации концепции циркулярной экономики применительно к сфере производственного менеджмента, то есть в определении того, какие именно управленческие функции и процессы подвергаются трансформации. Вторая задача предполагает анализ формирующегося нормативно-политического ландшафта, задающего «правила игры» для бизнеса, с особым вниманием к механизмам национального проекта «Экологическое благополучие». Эмпирическая задача направлена на детальное исследование ряда актуальных кейсов, среди которых можно выделить комплекс КПО «Сибирь» как пример управления масштабной инфраструктурой обращения с отходами, проект экопромышленного парка «Верх-Тула» как модель управления кооперацией малых переработчиков, а также практики крупной промышленной корпорации «СИБУР», которая в 2025 г. приняла новую стратегию устойчивого развития до 2030 г. с амбициозными целями по вовлечению сотен тысяч тонн полимерных отходов в переработку. Четвёртая задача заключается в компаративном анализе выявленных в этих кейсах управленческих решений, барьеров и драйверов их реализации. Наконец, синтез полученных результатов позволит сформулировать практико-ориентированные рекомендации по развитию

управленческого потенциала для циркулярной экономики в региональном контексте Сибири.

**Материалы и методы исследования.** Методологическую основу представленной работы составляет качественный анализ кейсов, ориентированный на изучение ограниченного числа современных практик в их естественном контексте [6]. Эмпирическую базу исследования формирует корпус открытых источников, специально отобранных по критериям актуальности, релевантности и принадлежности к сибирскому макрорегиону. Ключевыми материалами стали официальные документы федерального и регионального уровня, включая паспорт национального проекта «Экологическое благополучие» и стратегические программы развития субъектов Сибирского федерального округа. Кроме того, для реконструкции полной картины были привлечены публикации в средствах массовой информации за период 2024–2025 гг., что позволило учесть оперативные данные о ходе реализации конкретных проектов, например, о выходе на проектную мощность КПО «Сибирь» в ноябре 2025 г. [7, 8, 9, 10]. В работе применялся сравнительно-аналитический метод для выявления общих и специфических управленческих решений в разных кейсах, а также метод контекстуального анализа для интерпретации практик с учётом региональных социально-экономических условий и требований формирующегося нормативного поля. Такой подход обеспечивает целостное понимание трансформации производственного менеджмента под влиянием принципов циркулярности.

**Результаты исследования. Управленческие модели циркулярной экономики в Сибири.** Анализ практик Сибирского федерального округа позволил выявить и систематизировать несколько формирующихся моделей производственного менеджмента, адаптирующих глобальные принципы циркулярной экономики к специфике российского ресурсного региона. Результаты исследования подтверждают, что переход к экономике замкнутого цикла в Сибири не является унифицированным процессом, а реализуется через разнообразные управленческие решения, зависящие от масштаба предприятия, отрасли и характера вовлекаемых вторичных ресурсов. Наиболее ярко проявляются три взаимодополняющие управленческие модели: технологически ориентированная рециклизация техногенных месторождений, инфраструктурно-логистическая организация потоков отходов потребления и кластерно-сетевая кооперация малых переработчиков. Каждая из этих моделей демонстрирует уникальный набор управленческих практик, преодолевающих барьеры, типичные для обширных и индустриально развитых территорий.

Первая модель, рециклизация техногенных месторождений, наиболее отчётливо проявляется в угледобывающих регионах Сибири, таких как Кузбасс. В рамках этой модели производственный менеджмент фокусируется на переосмыслении отвалов вскрышных пород и хвостов обогащения не как экологической проблемы, а как источника вторичного минерального сырья [3, 11]. Управленческой задачей высшего порядка здесь становится комплексная оценка объекта: определение его геометрических параметров, физико-химических свойств породной массы и степени воздействия на окружающую

среду. На основе такой оценки принимается стратегическое решение о приоритетности и методе работы с техногенным месторождением – его промышленном освоении или консервации. Ключевым управленческим инструментом в этом контексте выступает ранжирование объектов по совокупности экологических рисков и экономической целесообразности извлечения полезных компонентов. Это требует от менеджмента компетенций, выходящих за рамки традиционной добычи, включая навыки экологического мониторинга, применения методов дистанционного зондирования для контроля состояния массивов и моделирования последствий различных сценариев их обработки. Экономическая эффективность подобных проектов достигается не столько за счёт рыночной стоимости извлечённых материалов, сколько благодаря синергии с основным производством, например, использованием пород для закладки выработанного пространства или получения строительных материалов, и выполнению требований экологического законодательства. Таким образом, менеджмент трансформируется из управления линейным процессом добычи в управление сложным ресурсным циклом, где отходы одной технологической стадии становятся сырьём для другой.

Вторая модель связана с созданием крупной инфраструктуры для обращения с твёрдыми коммунальными отходами, что является прямым следствием реализации реформы ТКО в России. Ярким примером выступает комплекс по переработке отходов «Сибирь» в Томской области [12]. Управленческий вызов здесь лежит в плоскости интеграции нового высокотехнологичного объекта в сложившуюся региональную систему. Результаты исследования показывают, что успех определяется не только выбором и запуском оборудования, например, гидросепарационных установок, но и решением масштабных логистических задач. Менеджмент должен был организовать эффективный сбор и транспортировку отходов с территорий, генерирующих до восьмидесяти процентов объёма ТКО региона, что в условиях сибирских расстояний и рассредоточенности населённых пунктов представляет собой отдельную сложную проблему. Управленческой особенностью таких проектов является их реализация в формате государственно-частного партнерства, что накладывает отпечаток на систему принятия решений. Руководство комплекса должно одновременно обеспечивать технологическую эффективность, экономическую рентабельность в рамках регулируемого тарифа и выполнение жёстких экологических нормативов. Контрольные функции смещаются с чисто производственных показателей на показатели охвата территории, доли извлечённых вторичных ресурсов и сокращения захораниваемой массы. Эта модель демонстрирует, как циркулярный принцип воплощается через централизованное управление концессионным объектом, деятельность которого жёстко вписана в публично-правовые рамки и зависит от согласованности действий с муниципальными властями.

Третья выявленная модель – кластерно-сетевая – ориентирована на активизацию малого и среднего бизнеса в сфере переработки. Её прототипом можно считать инициативы по созданию экопромышленных парков, подобных планируемому парку «Верх-Тула» [13].

В отличие от предыдущих моделей, здесь управление сосредоточено не на эксплуатации единого актива, а на формировании и поддержке производственной экосистемы. Задачей менеджмента управляющей компании становится обеспечение синергии между резидентами парка: организация общих логистических маршрутов для поставки сырья и сбыта продукции, создание системы обмена побочными продуктами или энергоресурсами, возможно, разработка единых стандартов качества и продвижение коллективного бренда. Ключевым управленческим ресурсом выступает подготовленная инженерная инфраструктура – энергоснабжение, газ, очистные сооружения, – которая снижает высокие входные барьеры для небольших переработчиков. Успех этой модели в значительной степени зависит от способности управляющей структуры решать проблемы, лежащие вне компетенции отдельного малого предприятия: ведение переговоров с крупными поставщиками сырья (региональными операторами), согласование с надзорными органами, привлечение льготного финансирования. Таким образом, производственный менеджмент эволюционирует в сторону управления кооперацией и созданием добавленной стоимости через сетевые взаимодействия, что требует компетенций в области кластерного развития и фасилитации.

Сравнительный анализ трёх моделей позволяет выявить общие для сибирского контекста управленческие новации. Во-первых, во всех случаях происходит расширение границ управляемой системы. Менеджеру уже недостаточно оптимизировать внутренние процессы; он должен выстраивать и контролировать внешние материальные потоки, будь то поставка породы с отвала на переработку, организация сбора ТКО с большой территории или формирование сети поставщиков сырья для резидентов кластера. Во-вторых, критически важной становится компетенция работы в условиях институциональной неопределённости. Нормативная база для циркулярной экономики в России, включая механизмы расширенной ответственности производителей и стандарты для вторичных материалов, продолжает формироваться. Эффективное управление требует способности прогнозировать регуляторные изменения и гибко адаптировать бизнес-процессы. В-третьих, на первый план выходят задачи межорганизационной координации и построения доверия между участниками новой цепочки создания стоимости, которые зачастую ранее не взаимодействовали. Это особенно характерно для моделей, предполагающих симбиоз между крупной промышленностью и малым бизнесом в сфере переработки. Полученные результаты свидетельствуют о том, что формирование циркулярной экономики в Сибири является не просто технологическим обновлением, а глубокой трансформацией управленческого мышления, требующей перехода от контроля изолированного производства к управлению сложными, открытыми и взаимосвязанными ресурсными потоками в рамках региональной экономической системы.

**Обсуждение результатов. Трансформация производственного менеджмента в сибирских условиях.** Проведённое исследование позволяет утверждать, что становление циркулярной экономики в Сибирском фе-

деральном округе выступает в качестве мощного катализатора трансформации традиционных систем производственного менеджмента. Анализ конкретных кейсов показывает, что этот процесс носит не поверхностный характер, связанный лишь с внедрением новых технологий, а затрагивает глубинные принципы организации, планирования и контроля производственных систем. Выявленные управленческие модели, представленные комплексом «Сибирь», инициативой «Верх-Тула» и стратегией СИБУРа, демонстрируют три различных, но взаимодополняющих пути адаптации к требованиям экономики замкнутого цикла. Каждый путь раскрывает уникальный набор управленческих задач и компетенций, формирующихся в ответ на вызовы сибирского контекста: экстенсивные территории, наследие ресурсоёмких отраслей и формирующуюся нормативную базу.

Кейс комплекса по переработке отходов «Сибирь» в Томской области является показательным примером того, как принципы циркулярности внедряются через создание крупной централизованной инфраструктуры в рамках государственно-частного партнерства [13]. Управленческая специфика здесь заключается в необходимости синхронизации нескольких разнородных процессов. Во-первых, это управление масштабным капитальным строительством и скорейшим выводом объекта на проектную мощность, что и было достигнуто в ноябре 2025 г. Во-вторых, и это более сложная задача, организация логистической системы, охватывающей рассредоточенные населённые пункты для обеспечения стабильного потока сырья. Третьим критическим элементом стало встраивание деятельности комплекса в региональную территориальную схему обращения с отходами. С точки зрения производственного менеджмента это привело к смещению фокуса с операционной эффективности отдельного предприятия на управление протяжённой и сложной цепью поставок, где ключевыми показателями становятся не только объём переработанного сырья, но и процент охвата территории, доля извлечённых вторичных материалов и сокращение направляемых на захоронение отходов. Экономическая модель такого объекта напрямую зависит от регулируемого тарифа и исполнения обязательств публичным партнером, что переносит часть классических рыночных рисков в плоскость долгосрочных договоренностей и требует от менеджмента компетенций в области работы с государственными институтами.

Принципиально иной управленческий подход иллюстрирует проект экопромышленного парка «Верх-Тула» в Новосибирской области [9]. Данная инициатива направлена не на создание моноплатформы для обработки, а на формирование управляемой среды для кооперации множества малых и средних предприятий-переработчиков. Здесь производственный менеджмент эволюционирует от управления единым производственным циклом к управлению кластерной экосистемой. Задача управляющей компании состоит в обеспечении синергетического эффекта между резидентами. Для этого создается общая инженерная и логистическая инфраструктура, снижающая высокие входные барьеры для каждого отдельного участника. Менеджмент парка берёт на себя функции, которые непосильны малому бизнесу в одиночку: согла-

сование с надзорными органами, организация консолидированных закупок сырья у региональных операторов, налаживание каналов сбыта вторичной продукции, возможно, создание единого бренда. Успешность этой модели в долгосрочной перспективе будет зависеть от способности управляющей структуры обеспечить не просто аренду площадей, а формирование устойчивых кооперационных связей и общих ресурсных потоков между резидентами, реализуя на микроуровне принцип промышленного симбиоза.

Практики корпорации СИБУР, охватывающие несколько сибирских регионов, представляют третью модель – стратегическую интеграцию циркулярных принципов в ядро деятельности крупного промышленного холдинга [14]. Управленческие решения здесь разворачиваются на нескольких уровнях одновременно, демонстрируя выход за рамки утилитарного подхода к отходам. На продуктовом уровне это совместная разработка новых видов перерабатываемых полимеров с партнерами, что требует координации НИОКР, производства и маркетинга. На уровне управления цепями поставок компания инвестирует в пилотные проекты по сбору и сортировке пластика, фактически беря на себя роль создателя недостающего звена рыночной инфраструктуры. Принятая в 2025 г. стратегия устойчивого развития до 2030 г. с чёткими количественными целями по переработке закрепляет эти инициативы в системе корпоративного управления, трансформируя их из экспериментальных программ в измеримые KPI для топ-менеджмента. Таким образом, циркулярность становится элементом конкурентной стратегии, а управленческий аппарат корпорации осваивает компетенции венчурного инвестирования, управления инновационными проектами и построения межотраслевых альянсов.

Сравнительный анализ выявляет общие системные барьеры, с которыми сталкиваются все три модели. Наиболее острым остаётся вопрос качества и постоянства входящего сырьевого потока [15, 6]. Низкий уровень раздельного сбора на местах, отсутствие единых стандартов на отсортированные фракции и высокий процент загрязнения делают процесс переработки технологически сложным и экономически нестабильным. Логистические издержки на обширных территориях Сибири часто нивелируют экономическую эффективность, делая вторичные материалы неконкурентоспособными по сравнению с первичным сырьём, цена на которое, в свою очередь, подвержена колебаниям на глобальных рынках. Существенным ограничением выступает динамичная, но ещё не устоявшаяся нормативная среда [16, 17]. Механизмы расширенной ответственности производителей, стимулы для использования вторичных ресурсов, стандарты и сертификаты находятся в процессе формирования, что создаёт для бизнеса условия повышенной регуляторной неопределённости и риска.

Одновременно исследование позволило идентифицировать ключевые драйверы и формирующиеся управленческие практики, которые могут нивелировать указанные барьеры. К их числу относится развитие гибридных моделей, сочетающих элементы централизации и распределённости. Например, эффективной может оказаться модель, при которой крупный объект типа КПО «Сибирь»

выступает хабом, обрабатывающим предварительно подготовленное сырьё из сети малых сортировочных станций или участников кластера «Верх-Тула». Это позволяет оптимизировать логистику и повысить качество входящего материала. Другим драйвером выступает активная роль крупного бизнеса, как в случае СИБУРа, который своими инвестициями в инфраструктуру сбора создаёт рынок для малых переработчиков. Управленческим ответом на нормативную неопределённость становится проактивная работа с регулятором, участие в пилотных проектах и разработке отраслевых стандартов, что позволяет компаниям не просто адаптироваться к изменениям, но и формировать их.

В более широком теоретическом контексте представленные кейсы подтверждают гипотезу о необходимости глубокой адаптации управленческих подходов к региональной специфике. Универсальные схемы циркулярной экономики, успешные в странах с высокой плотностью населения и развитой инфраструктурой, в сибирских условиях требуют существенной модификации. Можно говорить о формировании особой «сибирской модели», которая в большей степени акцентирует внимание на управлении логистикой и создании экономических условий для замыкания материальных потоков на больших расстояниях. Производственный менеджмент в этой модели все менее фокусируется на оптимизации внутренних линейных процессов и всё более – на координации сложных сетевых взаимодействий, управлении внешними ресурсными потоками и интеграции экологических императивов в стратегическое планирование. Дальнейшие исследования могут быть направлены на углубленный анализ экономики конкретных материальных потоков в Сибири, таких как чёрные металлы, древесина или строительные отходы, а также на изучение социально-трудовых аспектов этой трансформации, включая формирование новых профессиональных стандартов и компетенций.

**Выводы и заключение.** Проведённое исследование позволяет сделать ряд заключений, подтверждающих исходную гипотезу о том, что эффективность циркулярной экономики в промышленных регионах России определяется не столько технологическими факторами, сколько способностью производственного менеджмента к глубокой адаптации. Анализ сибирских кейсов демонстрирует, что переход от линейной к замкнутой модели требует фундаментальной трансформации управленческих подходов, выходящей за рамки простой оптимизации существующих процессов. Ключевым результатом работы становится идентификация трёх формирующихся управленческих парадигм, каждая из которых отвечает на специфические вызовы ресурсного региона: парадигму управления техногенным ресурсом, парадигму управления инфраструктурной интеграцией и парадигму управления кооперационной экосистемой [18, 19].

Обобщая представленные практики, можно утверждать, что эволюция производственного менеджмента в данном контексте характеризуется двумя взаимосвязанными тенденциями. Во-первых, происходит значительное расширение границ управляемой системы. Объектом управления становится уже не изолированное производственное предприятие, а сложная сеть матери-

альных потоков, охватывающая поставщиков вторичного сырья, переработчиков и потребителей конечной продукции. Это требует от менеджеров компетенций в области логистики распределённых систем, межорганизационной координации и построения доверия между участниками цепочки. Во-вторых, резко возрастает важность работы в условиях институциональной и нормативной неопределённости. Формирующаяся система государственного регулирования в сфере экономики замкнутого цикла вынуждает бизнес развивать способности к стратегическому прогнозированию, адаптивности и проактивному диалогу с регулятором.

Таким образом, основным практическим выводом исследования является необходимость целенаправленного развития новых управленческих компетенций на уровне как отдельных предприятий, так и региональных

властей. Для бизнеса это означает инвестиции в обучение персонала в области управления жизненным циклом продукта, циркулярного маркетинга и проектного менеджмента в условиях неопределённости. Для органов государственной власти в Сибирском федеральном округе приоритетом должна стать выработка чётких долгосрочных правил игры, стимулирующих кооперацию между крупными промышленными компаниями и малым бизнесом в сфере переработки, а также поддержка развития необходимой логистической инфраструктуры. Перспективы дальнейших исследований видятся в углубленном изучении экономики конкретных материальных циклов, характерных для Сибири, и в анализе социально-трудовых последствий зелёной трансформации для региональных рынков труда.

### Литература

- Lindahl E. Circular production operations – A management system's framework for seamless transition from linear to circular // *Cleaner Environmental Systems*. 2024. Vol. 13. P. 100191. DOI: 10.1016/j.cesys.2024.100191.
- Noor Z.Z. Sustainable Production Management in Circular Economy Supply Chains // *International Journal of Industrial Engineering and Management*. 2025. Vol. 16. No. 2. P. 204–215.
- Матвеева Л.Г., Косолапова Н.А., Каплюк Е.В., Лихацкая Е.А. Модели циркулярной экономики в ресурсообеспечении индустриального развития регионов // *Пространство экономики*. 2022. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-tsirkulyarnoy-ekonomiki-v-resursoobespechenii-industrialnogo-razvitiya-regionov> (дата обращения: 17.12.2025).
- Di Stefano C., Elia S., Garrone P., Piscitello L. The Circular Economy as a New Production Paradigm to Enhance Resilience of MNEs and the Economic System // *AIB Insights*. 2023. Vol. 23. No. 3. DOI: 10.46697/001c.74163.
- Измайлов М.К. Роль производственного менеджмента в общей схеме управления предприятием // *Бизнес и дизайн ревю*. 2020. № 2 (18). С. 4.
- Zils M., Howard M., Hopkinson P. Circular economy implementation in operations & supply chain management: Building a pathway to business transformation // *Production Planning & Control*. 2025. Vol. 36. No. 4. P. 501–520. DOI: 10.1080/09537287.2023.2280907.
- Тюменские ученые смоделировали развитие циркулярной экономики // *Российская газета*. 2022. 2 марта. URL: <https://rg.ru/2022/03/02/reg-urfo/tiumenskie-uchenye-smodelirovali-razvitie-cirkuliarnoj-ekonomiki.html> (дата обращения: 17.12.2025).
- В Томске открыли автоматизированный комплекс переработки ТКО // *Российская газета*. 2025. 18 сент. URL: <https://rg.ru/2025/09/18/reg-sibfo/ekologiya-s-ekonomicheskim-effektom.html> (дата обращения: 17.12.2025).
- Циркулярная экономика на ПМЭФ-2025: стратегические инициативы, лучшие практики и финансовые механизмы // Платформа ИНФРАГРИН. URL: <https://infragreen.ru/tsirkuliarnaia-ekonomika-na-pmef-2025-strategiehichieskie-initsiativy-luchshiie-praktiki-i-finansovyye-miekhanizmy/> (дата обращения: 17.12.2025).
- ИНФРАГРИН: Определены регионы с лучшими показателями циркулярной трансформации по федеральным округам // Платформа ИНФРАГРИН. URL: <https://infragreen.ru/leaders-of-the-2025-circular-economy-ranking-of-russian-regions/> (дата обращения: 17.12.2025).
- Брезинская Л.В., Потехина Е.В., Хартанович Е.А. Устойчивое лесопользование как основа циркулярной экономики Сибири // *Журнал прикладных исследований*. 2023. № 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivoe-lesopolzovanie-kak-osnova-tsirkulyarnoy-ekonomiki-sibiri> (дата обращения: 17.12.2025).
- Открытие экопромышленного парка под Новосибирском переносится на 2025 год // *Инфопр*. URL: <https://infopro54.ru/news/otkrytie-ekopromyshlennogo-parka-pod-novosibirskom-perenositsya-na-2025-god/> (дата обращения: 17.12.2025).
- Циркулярная экономика в событиях ноября-2025: субсидии регионам, зеленые финансы, вторсырье в деле // Платформа ИНФРАГРИН. URL: <https://infragreen.ru/tsirkuliarnaia-ekonomika-v-sobytiakh-noiabria-2025-subsidii-rieghionam-zielienoie-finansirovaniie-vtorsyrie-v-dielie/> (дата обращения: 17.12.2025).
- Экономика замкнутого цикла: настоящее и будущее // Компания «Сибур». URL: [https://magazine.sibur.ru/publication/trends/ekonomika-zamknutogo-tsikla-nastoyashchee-i-budu-shchee/?sphrase\\_id=4112685](https://magazine.sibur.ru/publication/trends/ekonomika-zamknutogo-tsikla-nastoyashchee-i-budu-shchee/?sphrase_id=4112685) (дата обращения: 17.12.2025).
- Кузнецова Н.А. Циркулярная экономика: основные элементы и возможности // *Экономика высокотехнологичных производств*. 2023. Т. 4. № 2. С. 121–132. DOI: 10.18334/evr.4.2.117359.
- Гурьева М.А. Разработка и апробация методического инструментария комплексной оценки развития циркулярной экономики // *Вопросы инновационной экономики*. 2020. Т. 10. № 3. С. 1425–1448. DOI: 10.18334/vines.10.3.110517.
- Тамби А.А., Морковина С.С., Григорьев И.В., Григорьев В.И. Развитие циркулярной экономики в России: рынок биотоплива // *Лесотехнический журнал*. 2020. № 4. С. 173–185. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2019.4/19.
- Кобзев В.В., Измайлов М.К. Производственный менеджмент. Современные концепции и системы : учебное пособие. Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2024. 166 с. DOI: 10.18720/SPBPU/2/id24-140.
- Gherman I.E., Lungu F., Dan I.S. Charting the Principles of the Circular Economy in the Evolution of Custom Production Management // *Review of Management and Economic Engineering*. 2024. Vol. 23. No. 1. P. 33–42. DOI: 10.71235/rmee.20.

### References

- Lindahl E. Circular production operations – A management system's framework for seamless transition from linear to circular // *Cleaner Environmental Systems*. 2024. Vol. 13. P. 100191. DOI: 10.1016/j.cesys.2024.100191.
- Noor Z.Z. Sustainable Production Management in Circular Economy Supply Chains // *International Journal of Industrial Engineering and Management*. 2025. Vol. 16. No. 2. P. 204–215.

3. Matveeva L.G., Kosolapova N.A., Kaplyuk E.V., Likhatskaya E.A. Circular economy in the resource supply for regional industrial development // *Terra Economicus*. 2022. No. 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-tsirkulyarnoy-ekonomiki-v-resursoobespechenii-industrialnogo-razvitiya-regionov> (accessed: 17.12.2025).
4. Di Stefano C., Elia S., Garrone P., Piscitello L. The Circular Economy as a New Production Paradigm to Enhance Resilience of MNEs and the Economic System // *AIB Insights*. 2023. Vol. 23. No. 3. DOI: 10.46697/001c.74163.
5. Izmaylov M.K. The role of production management in the general enterprise management scheme // *Business and Design Review*. 2020. No. 2 (18). P. 4.
6. Zils M., Howard M., Hopkinson P. Circular economy implementation in operations & supply chain management: Building a pathway to business transformation // *Production Planning & Control*. 2025. Vol. 36. No. 4. P. 501–520. DOI: 10.1080/09537287.2023.2280907.
7. Tyumen scientists have modeled the development of circular economy // *Rossiyskaya Gazeta*. 2022. March 2. URL: <https://rg.ru/2022/03/02/reg-urfo/tiumenskie-uchenyie-smodelirovali-razvitie-cirkuliarnoj-ekonomiki.html> (accessed: 17.12.2025).
8. An automated municipal solid waste processing complex was opened in Tomsk // *Rossiyskaya Gazeta*. 2025. September 18. URL: <https://rg.ru/2025/09/18/reg-sibfo/ekologiya-s-ekonomicheskimi-effektom.html> (accessed: 17.12.2025).
9. Circular economy at SPIEF-2025: strategic initiatives, best practices and financial mechanisms // *INFRA GREEN Platform*. URL: <https://infragreen.ru/tsirkuliarnaya-ekonomika-napmef-2025-strategicheskiye-initsiativy-luchshie-praktiki-i-finansovye-mekhanizmy/> (accessed: 17.12.2025).
10. INFRA GREEN: Regions with the best circular transformation indicators by federal districts have been identified // *INFRA GREEN Platform*. URL: <https://infragreen.ru/leaders-of-the-2025-circular-economy-ranking-of-russian-regions/> (accessed: 17.12.2025).
11. Brezinskaya L.V., Potekhina E.V., Khar'tanovich E.A. Sustainable forest management as the basis of Siberia's circular economy // *Journal of Applied Research*. 2023. No. 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivoe-lesopolzovanie-kak-osnova-tsirkulyarnoy-ekonomiki-sibiri> (accessed: 17.12.2025).
12. The opening of an eco-industrial park near Novosibirsk is postponed to 2025 // *Infopro*. URL: <https://infopro54.ru/news/otkrytie-ekopromyshlennogo-parka-pod-novosibirskom-perenositsya-na-2025-god/> (accessed: 17.12.2025).
13. Circular economy in November 2025 events: subsidies to regions, green finance, secondary raw materials in action // *INFRA GREEN Platform*. URL: <https://infragreen.ru/tsirkuliarnaya-ekonomika-v-sobytiakh-noiabria-2025-subsidii-rieghionam-zielienoiie-finansirovaniie-vtorsyrie-v-dielie/> (accessed: 17.12.2025).
14. Closed-loop economy: present and future // *SIBUR Company*. URL: [https://magazine.sibur.ru/publication/trends/ekonomika-zamknutogo-tsikla-nastoyashchee-i-budushchee/?phrase\\_id=4112685](https://magazine.sibur.ru/publication/trends/ekonomika-zamknutogo-tsikla-nastoyashchee-i-budushchee/?phrase_id=4112685) (accessed: 17.12.2025).
15. Kuznetsova N.A. Circular economy: basic elements and opportunities // *Economics of High-Tech Productions*. 2023. Vol. 4. No. 2. P. 121–132. DOI: 10.18334/evp.4.2.117359.
16. Gurieva M.A. Development and testing of methodological tools for comprehensive assessment of circular economy development // *Issues of Innovative Economics*. 2020. Vol. 10. No. 3. P. 1425–1448. DOI: 10.18334/vinec.10.3.110517.
17. Tambi A.A., Morkovina S.S., Grigoriev I.V., Grigoriev V.I. Development of circular economy in Russia: biofuel market // *Forestry Journal*. 2020. No. 4. P. 173–185. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2019.4/19.
18. Kobzev V.V., Izmaylov M.K. *Production Management. Modern Concepts and Systems: textbook*. St. Petersburg: Publishing House of Polytechnic University, 2024. 166 p. DOI: 10.18720/SPBPU/2/id24-140.
19. Gherman I.E., Lungu F., Dan I.S. Charting the Principles of the Circular Economy in the Evolution of Custom Production Management // *Review of Management and Economic Engineering*. 2024. Vol. 23. No. 1. P. 33–42. DOI: 10.71235/rmee.20.