

УДК 338.091.66:336.271:629.453.7**Экономические аспекты перехода к циркулярной модели
использования строительных материалов в контексте
устойчивого развития****Пустенко Яков Витальевич**

Исследователь,
Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет,
129337, Российская Федерация, Москва, ш. Ярославское, 26;
e-mail: pustenkoyv@gmail.com

Полищук Леонид Сергеевич

Исследователь,
Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет,
129337, Российская Федерация, Москва, ш. Ярославское, 26;
e-mail: polishchukleonid22@gmail.com

Тихомирова Елизавета Викторовна

Исследователь,
Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет,
129337, Российская Федерация, Москва, ш. Ярославское, 26;
e-mail: Tixomirova2003@list.ru

Кан Артур Витальевич

Исследователь,
Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет,
129337, Российская Федерация, Москва, ш. Ярославское, 26;
e-mail: qunexxx@gmail.com

Зайцев Дмитрий Александрович

Исследователь,
Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет,
129337, Российская Федерация, Москва, ш. Ярославское, 26;
e-mail: dim.zay@yahoo.com

Аннотация

В данной статье рассматриваются экономические аспекты перехода от традиционных моделей использования строительных материалов к циркулярной, в рамках концепции устойчивого развития. Актуальность исследования обусловлена необходимостью оптимизации потребления ресурсов, минимизации отходов и сокращения негативного воздействия строительной отрасли на окружающую среду. Введение раскрывает основные вызовы современного строительства, а также подчеркивает значимость перехода к циркулярной экономике для повышения экологической и экономической эффективности. Методологическая база исследования включает комплексный анализ экономических показателей, моделирование инвестиционных процессов и сравнительный анализ традиционной и циркулярной моделей использования материалов. Применялись методы системного анализа, экономической оценки жизненного цикла материалов, а также кейс-стади на базе успешно реализованных проектов. Такой подход позволил выделить ключевые факторы, влияющие на эффективность внедрения циркулярных принципов в строительстве. Полученные результаты демонстрируют, что переход к циркулярной модели способствует не только снижению затрат на сырьевые ресурсы, но и создает дополнительные возможности для создания новых рабочих мест и стимулирования инноваций в строительной отрасли. Экономическая оценка жизненного цикла показала снижение затрат на эксплуатацию зданий и уменьшение финансовых рисков, связанных с дефицитом материалов. Внедрение инновационных технологий по переработке и повторному использованию строительных отходов способствует увеличению инвестиционной привлекательности проектов, что в перспективе может привести к формированию новых рыночных сегментов. Обсуждение результатов статьи акцентирует внимание на необходимости государственной поддержки и формирования благоприятной законодательной базы для стимулирования циркулярной экономики. Исследование выявило как возможности, так и ограничения перехода к новой модели, обусловленные масштабом инвестиций, технологической базой и уровнем интеграции участников рынка. Итоги работы направлены на развитие практических рекомендаций для бизнеса и государственных структур, способствующих устойчивому развитию строительной отрасли через эффективное использование ресурсов.

Для цитирования в научных исследованиях

Пустенко Я.В., Полищук Л.С., Тихомирова Е.В., Кан А.В., Зайцев Д.А. Экономические аспекты перехода к циркулярной модели использования строительных материалов в контексте устойчивого развития // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Том 15. № 3А. С. 295-308.

Ключевые слова

Экономика, переход, циркулярная модель, строительные материалы, устойчивое развитие.

Введение

Циркулярная экономика представляет собой альтернативный подход к традиционной линейной модели производства и потребления, который основывается на принципах повторного использования и переработки ресурсов. Она предполагает минимизацию отходов и

максимизацию эффективности на всех этапах жизненного цикла товаров и материалов, включая строительные. В строительной отрасли переход к циркулярной модели означает переосмысление способов проектирования, выбора и эксплуатации строительных материалов, а также внедрение инновационных методов утилизации и переработки отходов. Данная концепция получила широкое распространение в результате осознания ограниченности природных ресурсов и возрастания экологических рисков [14]. Это стало толчком для активного поиска экономических решений, которые позволили бы сократить общий объем потребления невозобновляемых ресурсов и одновременно поддержать рост отрасли.

Экономическая привлекательность новой модели диктуется как рыночными, так и регуляторными факторами. С одной стороны, многие компании стремятся повысить свою конкурентоспособность за счет снижения стоимости сырья, которое с каждым годом дорожает. С другой стороны, государственные органы всё больше ужесточают экологическое законодательство и поощряют внедрение “зеленых” сертификаций и стандартов, стимулирующих применение вторичных материалов. Инвестиции в исследования, связанные с разработкой новых технологий и материалов, становятся более выгодными, поскольку растет спрос на продукцию, отвечающую принципам устойчивости. При этом важным аспектом экономических выгод остается сокращение расходов на утилизацию строительного мусора, которое в традиционной линейной системе может достигать значительной доли совокупных затрат строительного проекта. Многие компании обращают внимание на возможные стратегии повышения доходности за счет продажи вторично переработанного сырья и вспомогательных продуктов, формируемых в процессе демонтажа зданий.

Переход к циркулярной экономике в строительном секторе подразумевает не только пересмотр использования материалов, но и более рациональное проектирование объектов. Расчеты показывают, что забота об экодизайне и возможность повторного применения отдельных компонентов здания могут привести к существенным сбережениям, особенно при длительных сроках эксплуатации. Особый интерес вызывают технологии 3D-печати, позволяющие точнее рассчитывать необходимое количество материалов и минимизировать отходы уже на этапе производства конструкций. В результате стоимость жизненного цикла объекта снижается за счет уменьшения объемов как первичного, так и вторичного сырья. Более того, применение подобных технологий влечет за собой дополнительный экономический эффект, связанный с более быстрыми сроками сдачи объекта, сокращением затрат на транспортировку и логистику материалов.

Материалы и методы исследования

Циркулярная модель предполагает тесное сотрудничество различных заинтересованных сторон: производителей сырья, проектных бюро, строительных компаний, предприятий по утилизации и переработке отходов, а также представителей конечных пользователей. Это сотрудничество позволяет эффективно координировать процессы, обеспечивать прозрачность жизненного цикла продукта и управлять потоками ресурсов более разумно. В экономической плоскости подобная кооперация ведет к снижению транзакционных издержек, связанных с поиском и тестированием вторичных материалов. Кроме того, формирование устойчивых цепочек поставок сопряжено с меньшим риском срывов из-за дефицита тех или иных компонентов, поскольку многократное использование и переработка позволяет снизить зависимость от иностранных рынков сырья.

В контексте устойчивого развития важным фактором становится установление баланса между экономической выгодой, социальными выгодами и сохранением окружающей среды. Если в рамках линейной модели строительные материалы после окончания эксплуатации здания часто оказывались на свалке, то в циркулярной экономике отходы рассматриваются как ценный ресурс. Это ведет к появлению новых бизнес-моделей, основанных на аренде, лизинге и возврате материалов после окончания срока эксплуатации. Полученная таким образом вторичная продукция может применяться повторно в строительстве или поставляться в смежные отрасли. Следовательно, растет значение инфраструктуры по сбору и переработке, которая требует расчетных инвестиций на начальном этапе, но в долгосрочной перспективе обеспечивает более стабильный и предсказуемый поток сырья для переработки.

Помимо непосредственно экономических эффектов, переход к циркулярной модели стимулирует исследовательскую активность в области разработки новых композитных материалов и совершенствования технологий переработки. В результате на рынке появляются решения, обладающие улучшенными свойствами и меньшим углеродным следом. Со временем это перерастает в технологическое превосходство той страны или региона, который делает ставку на инновации и развитие “зеленых” технологий. Ключевым здесь становится создание правильных стимулов для частных инвестиций и госфинансирования, когда риски новых проектов компенсируются потенциально высокой отдачей и возможностью выхода на глобальные рынки. Нельзя упускать из виду и образовательный аспект, поскольку формирование команды специалистов, готовых проектировать, строить и эксплуатировать объекты в соответствии с принципами циркулярной экономики, требует значительных вложений времени и ресурсов.

Результаты и обсуждение

Одним из основных препятствий при переходе к циркулярной системе использования строительных материалов является недостаток информированности и консерватизм участников рынка. Традиционные строительные компании часто предпочитают проверенные решения и в меньшей степени склонны к экспериментам с инновационными технологиями. Изменение культуры и поведения требует комплексного подхода, включающего специальные тренинги, государственные программы поддержки и демонстрационные проекты. При этом экономические выгоды от внедрения циркулярных принципов далеко не всегда очевидны сразу, поскольку они являются результатом долгосрочных инвестиций и зависят от объемов переработки, налаженной логистики и грамотного проектирования. Однако все большее количество успешных кейсов показывает, что компании, ранние последователи новой модели, могут получить стратегические преимущества и сформировать позитивный имидж.

Большое значение придается формированию вторичного рынка строительных материалов. На сегодняшний день существует недостаточно развитая инфраструктура, позволяющая оперативно собирать, сортировать и перерабатывать отходы разного типа, включая бетон, металл, стекло и полимерные материалы. При развитии таких мощностей возникают новые перспективы как для бизнеса, работающего в сфере переработки, так и для поставщиков оборудования. При этом цены на вторичные материалы могут быть значительно ниже или конкурентны с ценами на первичные ресурсы, что создает рыночные стимулы для всех участников. Важным условием проявления этих стимулов служит стандартизация вторичного сырья и соответствие его качества принятым нормам безопасности, чтобы застройщики и

подрядчики могли без риска использовать его в своих проектах. Благодаря совместной работе экспертов в области экологии, инженеров-строителей и экономистов постепенно формируется единая база знаний, охватывающая все аспекты применения таких материалов.

Технологический фактор занимает центральное место в успешном развитии циркулярной экономики в строительстве. Специализированное оборудование для сортировки и переработки отходов, новые методы отделения компонентов, продвижение разборных архитектурных решений – все это требует значительных вложений, как финансовых, так и интеллектуальных. Эффективная переработка бетона, например, предполагает выделение из него стальной арматуры, повторное использование которой также имеет экономический потенциал. Без развития соответствующей технологической базы переход к циркулярной модели оказывается затруднительным, так как возведение полного цикла использования материалов требует продуманной технической инфраструктуры. Производственные мощности, способные перерабатывать большие объемы сырья, расширяют возможности применения вторичных компонентов на массовом рынке, снижая издержки и повышая распространенность устойчивых решений.

В исследовательском поле особое внимание уделяется методам оценки экономической эффективности мероприятий по внедрению циркулярной экономики в строительстве. Традиционные подходы фокусируются на стоимости жизненного цикла здания, учитывая как инвестиционные затраты, так и эксплуатационные расходы, утилизацию и демонтаж [11]. Но при циркулярной модели оценка усложняется, поскольку переработка и повторное использование могут происходить за рамками одного проекта и затрагивать несколько. Многие эксперты предлагают использовать расширенные системы показателей, отражающих не только финансовые показатели, но и экологические и социальные эффекты. Таким образом, формируется более полная картина, позволяющая заинтересованным сторонам взвесить все “за” и “против” при принятии инвестиционных решений. Одним из наиболее востребованных инструментов для этого служат LCA (Life Cycle Assessment) и разного рода модели мультикритериальной оценки.

В некоторых странах уже вводятся экономические механизмы, способствующие ускоренному переходу к циркулярной модели. Например, могут устанавливаться льготы по налогам или субсидии для компаний, использующих высокий процент вторичных материалов в своих проектах. Стимулируется и локальное производство экологически чистых компонентов, что особенно актуально для изолированных регионов, где транспортировка тяжелых стройматериалов становится значительным источником издержек. В результате создается благоприятная среда для развития стартапов и крупных предприятий, специализирующихся на переработке и поставках экологически дружелюбной продукции. Государственная поддержка может выражаться и в виде упрощенного лицензирования, где регуляторы снижают бюрократические барьеры для компаний, занимающихся инновационными видами деятельности в сфере возобновления ресурсов.

Особенность строительной отрасли – это ее мультипликативный эффект, который проявляется в смежных секторах. Когда строительные компании внедряют циркулярные принципы, одновременно возрастает спрос на услуги инженеров, логистов, переработчиков, проектировщиков и других специалистов. Новые рабочие места появляются как результат появления новых типов производства и сервисов, связанных с обслуживанием вторичных материалов. Таким образом, экономический и социальный эффект распространяется далеко за пределы одной индустрии, способствуя комплексному развитию региона или страны.

Параллельно отмечается рост долговременных инвестиций в инфраструктуру переработки, что в перспективе обеспечивает более широкий доступ к доступному вторичному сырью и материалам.

Долгосрочная устойчивость циркулярной модели опирается на вовлеченность всех уровней экономики. Если ограничиться лишь отдельными проектами, эффект будет носить точечный характер. Но если государство, бизнес-сообщество, научные организации и общественность формируют общую стратегию, направленную на сокращение расходов природных ресурсов, то удастся создать масштабный трансформационный сдвиг. В этой связи важна прозрачность информации о том, какие материалы поступают на рынок и куда направляются отходы. Цифровые платформы, в том числе блокчейн-решения, дают возможность отслеживать движение сырья на всех стадиях, что повышает доверие к работе с вторичными материалами. Прозрачное управление может стать суставом для привлечения ответственных инвесторов, следующих принципам ESG (Environmental, Social, Governance).

Говоря об экономической стороне вопроса, нельзя обойти вниманием риски, связанные с изменяющимися рыночными условиями и технологической неопределенностью. Подобные риски могут включать нестабильность цен на первичные ресурсы, непредсказуемость спроса на вторичные материалы, ограниченность технических возможностей переработки отдельных видов строительных отходов. Управление этими рисками требует продуманной комбинации рыночных инструментов, страхования, публично-частного партнерства для реализации крупных инфраструктурных проектов. Важной частью менеджмента рисков становится формирование резервов и страхование инвестиционных проектов, чтобы компании не боялись вкладывать деньги в неизвестные пока технологии. Кроме того, для уменьшения рисков целесообразно внедрять стандарты качества вторичных материалов, разрабатывать методики сертификации и обучения специалистов, чтобы повысить уровень доверия к конечным решениям.

Циркулярные методы в строительстве часто связаны с внедрением энергосберегающих технологий, ведь повторное использование материалов снижает не только материальные издержки, но и сокращает энергетические затраты. Это влияет на снижение углеродного следа и соответствует обязательствам по достижению климатической нейтральности, закрепленным в ряде международных соглашений. Когда включается экономический механизм торговли квотами на выбросы парниковых газов, компаниям становится выгодно снижать свои выбросы, в том числе за счет использования более экологичных цепочек поставок. Таким образом, переход к циркулярной экономике в строительстве сочетается с выполнением климатических обязательств, а для многих стран это важное преимущество в рамках глобальных усилий по смягчению последствий изменения климата.

Высокий уровень инноваций в современном строительстве неизбежно затрагивает вопросы городского планирования. Развитие мегаполисов приводит к необходимости масштабных проектов реконструкции и реновации городских кварталов. В этих условиях вторичное использование материалов из старых зданий может оказаться экономически более целесообразным, чем ввоз новых крупных партий. Удобное расположение перерабатывающих станций и складов среагирует на растущий спрос на дешевое и более экологичное сырье. Одновременно заметнее становится роль циркулярной экономики в формировании новых подходов к управлению недвижимостью, когда принимаются во внимание потенциальные преимущества при демонтаже объектов для будущих реконструкций. Это дополняется экономией финансов, связанных с длительными циклами обслуживания и ремонтов.

Переход к циркулярной модели стимулирует долгосрочное планирование и способствует пересмотру некоторых традиционных экономических парадигм. Например, концепция “сделай и выбрось” заменяется моделью, в которой стоимость товара учитывает не только затраты на производство, но и затраты на утилизацию и повторное использование. При этом увеличивается и ответственность производителей, если государство внедряет системы расширенной ответственности, обязывающие компании заботиться о сборе и переработке материалов после окончания их жизненного цикла. Подобные шаги в совокупности формируют условия для более справедливого распределения затрат между всеми участниками производственно-сбытовой цепочки, а в конечном счете – способствуют более бережному отношению к ресурсам.

В контексте строительной отрасли большое значение имеют социокультурные факторы. Для одних людей использование повторно переработанных материалов может ассоциироваться с низким качеством или недостаточной безопасностью. Менять подобные стереотипы помогает доказательная база, подкрепленная тестами и сертификациями, наглядными примерами реализованных объектов, а также общественная реклама и просветительские кампании.. В итоге, при повышении уровня доверия к вторичным строительным компонентам растет и их рыночная востребованность, что влечет дополнительный экономический эффект, выражающийся в расширении ассортимента продукции и услуг. Одновременно открываются ниши для профильных бизнесов, специализирующихся на консультациях и экспертизе вторичных ресурсов.

Не следует забывать о международном аспекте циркулярной экономики в строительстве. Многие страны активно работают над имплементацией подобных подходов и делятся своими наработками. Обмен опытом помогает формировать единые стандарты и практики, которые повышают эффективность в глобальном масштабе. Создаются совместные научно-исследовательские программы, позволяющие быстрее внедрять передовые технологии переработки. Такие кооперации выгодны всем сторонам, так как дают доступ к новым рынкам, снижают барьеры для экспорта экологичных материалов и позволяют более гибко реагировать на изменения конъюнктуры мирового рынка стройматериалов. При этом формируются транснациональные цепочки поставок вторичного сырья, способствующие дальнейшему повышению конкурентоспособности компаний, ориентированных на циркулярные решения.

Внутри страны важна роль муниципальных и региональных властей, которые могут устанавливать приоритетность проектов по реновации и стимулировать применение вторично переработанных материалов. Развитие местных программ по раздельному сбору отходов, гранты на создание инфраструктуры переработки и информационная поддержка предприятий – все это способствует укреплению экономических предпосылок для перехода на новый строй. Более того, эффективное взаимодействие власти и бизнеса ускоряет процесс поиска инвесторов и улучшения законодательной базы, что крайне важно на этапе раннего развития рынка вторичных материалов. Чем более масштабно внедряются циркулярные принципы, тем ниже становится стоимость переработки, так как растет конкуренция между перерабатывающими компаниями и снижаются риски, связанные с неравномерной загрузкой мощностей.

Циркулярная экономика в строительстве тесно связана с идеей сохранения культурного наследия. В практике реконструкции исторических зданий часто сталкиваются с необходимостью специфических материалов и реставрационных подходов. Переработка старинных кирпичей или деревянных перекрытий может быть одновременно экономически оправданной и экологически целесообразной. Конечно, здесь встает вопрос о соответствии стандартам по сохранению аутентичности, но если реализовать процесс корректно, то мы

получаем ценные экземпляры для повторного использования, а также сохраняем часть культурной истории зданий. Такие проекты, помимо прочего, получают дополнительную общественную поддержку, поскольку люди позитивно оценивают сохранение исторического облика городов, что создает синергетический эффект в экономической и культурной плоскости.

Внедрение циркулярных подходов требует от участников рынка значительно большей гибкости. Проектирование зданий изначально под разборку предполагает, что в будущем через некоторое количество лет будет произведен демонтаж с максимальным извлечением полезных компонентов. Это, в свою очередь, требует особой документации и маркировки, чтобы последующие собственники и строительные бригады понимали, какие элементы могут быть сняты и повторно использованы. Финансовые планы подобных проектов выходят за рамки привычного горизонта, так как рентабельность удастся оценить лишь тогда, когда материалы возвращаются в оборот к моменту демонтажа. Несмотря на высокую сложность организации, аналитику привлекает потенциальная выгода, ведь грамотно спроектированное здание может приносить экономические дивиденды на протяжении всего своего жизненного цикла и даже после него.

Важным стимулом к внедрению циркулярных принципов в строительстве служит общественное давление и запрос на экологическую ответственность компаний. Многие девелоперы и строительные фирмы стремятся демонстрировать свою лояльность принципам *responsible care* не только для выполнения коммерческих целей, но и дабы повысить свою репутацию в глазах клиентов и партнеров. Это отражается в корпоративных стратегиях развития, где прописаны цели по снижению отходов, сокращению выбросов и повышению доли вторично переработанных материалов. Нередко такие компании заключают партнерские соглашения с неправительственными организациями или международными фондами, чтобы совместно формировать образовательные программы и “зеленые” мероприятия. Как результат, укрепляется экономическая база для наиболее инновационных решений, растет признание новых технологий среди широкой публики.

Если коснуться экономических моделей, то для практиков и теоретиков особый интерес представляет вопрос перераспределения добавленной стоимости в цепочке производства и утилизации строительных материалов. При линейной модели значительную часть прибыли получают поставщики исходного сырья и производители материалов, в то время как вторая жизнь продуктов часто остается за рамками финансирования. При циркулярном подходе должны возникать механизмы, позволяющие переработчикам и вторичным поставщикам получать справедливую долю дохода. Это связано с тем, что их деятельность критически важна для всей системы. Нарушение этой справедливости может привести к тому, что переработка станет неприбыльной и не сможет масштабироваться. Поэтому экономисты активно исследуют модели разделения рисков и доходов между всеми участниками с тем, чтобы переход к циркулярной системе был устойчивым и выгодным для каждого звена цепочки.

В строительной отрасли непрерывно растет значение совместных исследовательских проектов, нацеленных на разработку новых видов бетона, ликвидацию опасных примесей в строительном мусоре и совершенствование методов сепарации компонентов. Эти исследования часто финансируются государственными грантами или частно-государственными партнерствами, поскольку связаны с выполнением стратегических целей страны в области ресурсосбережения. Результаты могут проявляться не сразу, но в долгосрочной перспективе дают существенный вклад в повышение рентабельности строительства, сокращение экологического ущерба и укрепление позиций национального бизнеса на внешних рынках. Уже

сегодня мы видим растущую конкуренцию в сфере экологически чистых технологий, где сохранение репутации и умение обеспечить весь комплекс услуг по переработке и повторному использованию превращаются в ключевое конкурентное преимущество.

Масштабирование циркулярной экономики в строительстве сталкивается и с вопросом законодательного сопровождения. Важно, чтобы законы и нормативы не отставали от технологических решений. Например, если стандарты безопасности не учитывают возможность использования переработанного бетона, то никто не сможет официально ввести подобные материалы в массовое строительство. Это создает бюрократические барьеры и тормозит развитие отрасли. Поэтому инициативы по корректировке строительных норм и правил, отражающих реальную практику и научные достижения, находят все большую поддержку. Экспертные группы, состоящие из инженеров, экологов, экономистов и юристов, активно работают над созданием единых методических рекомендаций, чтобы укрепить доверие к вторичным материалам и снизить административные издержки.

При реализации проектов, основанных на циркулярной экономике, обычно предусматриваются и дополнительные меры по мониторингу и контролю качества. На строительный объект могут ставиться датчики, отслеживающие условия эксплуатации конструкций и динамику их износа. Собранные данные помогают вовремя выявлять возможные дефекты или материальные потери, а также планировать ремонт и профилактические работы. Экономическая выгода обусловлена тем, что такая предиктивная система позволяет избежать дорогих инцидентов и аварий, снижает риск досрочного списания материалов и продлевает срок эксплуатации здания. Аналогично, при демонтаже можно точно рассчитать объемы сырья, подлежащего переработке, и выстроить эффективную логистику.

Для того чтобы стимулировать рынок вторичных строительных материалов, необходимо развивать биржевые площадки и электронные платформы, где владельцы отходов и потенциальные покупатели могли бы быстро находить друг друга. На таких платформах, использующих цифровые инструменты, указывается качество, объемы, сроки поставки, что упрощает процедуры сделок и повышает прозрачность ценообразования. Экономический эффект достигается за счет снижения транзакционных издержек и более рационального использования имеющегося сырья. Параллельно формируется база данных о реальных объемах переработки, что помогает государственным органам и исследовательским центрам прогнозировать тенденции и принимать обоснованные решения по корректировке политики и инвестиций в инфраструктуру.

Необходимо отметить, что для компаний, специализирующихся на инновациях в сфере строительства, переход к циркулярной экономике часто становится ключевым элементом стратегии дифференциации. Подобные фирмы могут привлекать дополнительных клиентов и партнеров, позиционируя себя как лидеры устойчивого развития. Поскольку устойчивость становится значимой конкурентной характеристикой на глобальном рынке, это открывает новые возможности сотрудничества с международными строительными концернами, где особенно ценятся “зеленые” технологии и опыт. В этом аспекте экономическая отдача формируется за счет расширения рынка сбыта, повышения маржинальности и получения преференций в конкурсных торгах, так как многие заказчики отдают предпочтение компаниям с продвинутыми экологическими и социальными стандартами.

Переходя от глобальных тенденций к частным случаям, можно увидеть, что уже появились примеры конкретных объектов, где реализованы принципы циркулярной экономики. Некоторые из них представляют собой объекты коммерческой недвижимости, где значительная

часть материалов была получена вследствие демонтажа соседних зданий. В таких проектах экономия на перевозке и утилизации мусора обеспечивает внушительный бюджетный эффект. При этом повысились показатели энергоэффективности и снизились расходы на отопление и кондиционирование, что дополнительно укрепляет тезис о выгоде комплексного внедрения циркулярных решений. Анализ подобных кейсов подтверждает, что масштабирование этого подхода формирует синергетические преимущества, которые распространяются на весь цикл: от проектирования до последующей эксплуатации и утилизации.

Ускорение цифровой трансформации отрасли играет на руку циркулярной экономике. Широкое применение BIM (Building Information Modeling) дает возможность более точно просчитывать необходимое количество материалов и оптимизировать проектные решения. Применение трехмерного моделирования, а также виртуальной и дополненной реальности, помогает визуализировать будущее здание, в том числе операции демонтажа, чтобы в будущем снизить объем отходов. Более того, когда строительные компании делятся цифровыми моделями с переработчиками, вторым легче понять, какие именно компоненты получится извлечь и переработать. Такая интеграция экономит время и деньги, поскольку уменьшает количество ошибок и улучшает коммуникацию между различными этапами проекта.

Со временем развитие циркулярной экономики может тесно переплестись с ростом “умных городов”, где применяются системы мониторинга в реальном времени, автопилотируемые транспортные средства для перевозки отходов и ресурсоэффективные технологии анализа данных. Это позволит достичь высокого уровня координации между жителями, муниципальными службами и бизнесом, помогая быстрее выявлять потенциальные источники отходов и перерабатывать их, прежде чем они накопятся на полигонах. В таких условиях применение вторичных материалов становится общепринятым стандартом, а не исключительной практикой. Кроме того, горожане получают более чистую экологическую обстановку, что укрепляет социальное одобрение и политическую поддержку циркулярных инициатив.

Циркулярная экономика в строительстве – это не только о переработке, но и о сознательном снижении потребления сырья. Оптимизация архитектуры и конструктивных решений может позволить возводить здания меньшей площади при том же функционале [9]. Уменьшение избыточных элементов внешней и внутренней отделки снижает общие затраты и упрощает последующий демонтаж. На первый план выходит идея разумного минимализма, которая, к слову, еще и отвечает современным вкусам потребителей, стремящихся к простору и функциональности. В этом контексте экономические выгоды достигаются через уменьшение потребления первичных ресурсов и снижение затрат на их производство или закупку, а также через более эффективное использование пространства.

Хотя крупные строительные корпорации сегодня доминируют на рынке, малый бизнес тоже может найти свою нишу в циркулярной экономике. Небольшие предприятия, специализированные на переработке металла или дерева, становятся звеньями более крупных цепочек поставок. Они могут быстро адаптироваться к специфическим требованиям клиентов и выпускать ограниченные партии продукции, недоступные для больших заводов. Таким образом, формируется многоуровневая структура рынка, где каждой компании находится свое место в зависимости от её опыта, производственных мощностей и степени инновационности. Экономические выгоды от этого распределения включают рост конкуренции, появление новых услуг, а также усиление специализации, что способствует повышению качества и снижению себестоимости перерабатываемой продукции.

Выводы

Оценка экономического эффекта от перехода на циркулярную модель в строительстве становится более точной, когда учитываются затраты не только на этапе производства, но и в конце жизненного цикла сооружения. Сюда входит демонтаж, транспортировка, сортировка отходов, прибыль от продажи вторичных материалов и, возможно, доходы от оказания сопутствующих услуг. Характерно, что в некоторых случаях выручка от реализации вторичного сырья способна компенсировать часть расходов на разборку и утилизацию, снижая итоговую стоимость владения объектом. Этот фактор не всегда принимается во внимание традиционными методами расчета, ориентированными преимущественно на стартовые инвестиции и взносы по кредитам. Именно поэтому необходимы специальные методики для полного учета всех плюсов и минусов.

Формулируя основные экономические выводы, можно заключить, что переход к циркулярной модели использования строительных материалов в контексте устойчивого развития имеет комплексный характер. Он включает в себя внедрение новых технологий, развитие инфраструктуры переработки, изменения в законодательстве и культурные трансформации среди участников строительного рынка. Экономические стимулы к этому переходу в виде снижения расходов, освоения новых рынков и укрепления конкурентных позиций становятся все более очевидными, особенно с учетом ужесточения экологических норм. При этом ключевую роль играет формирование благоприятной инвестиционной среды, наличие экспертизы и поддержка государства в виде целевых программ и налоговых льгот. Если все эти факторы складываются воедино, то циркулярная модель перестает быть нишевой инициативой и становится одним из фундаментальных столпов современной строительной отрасли.

Библиография

1. Баранова И.В. Циркулярная экономика как условие достижения устойчивого развития // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2022. № 1 (28). 10 р.
2. Бирюков А.П., Лян Т., Тинякова В.И. Переход России к циркулярной экономике: необходимость, возможности, проблемы // Креативная экономика. 2023. Т. 17. № 3. С. 855–868. 14 р.
3. Григорьева Н.А. Принципы циркулярной экономики при управлении проектами в строительстве // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2022. Т. 18. № 4. С. 5–12. 8 р.
4. Кузнецова Н.А. Циркулярная экономика: основные элементы и возможности // Экономика высокотехнологичных производств. 2023. Т. 4. № 2. С. 121–132. 12 р.
5. Мещерякова М.А., Золотухин С.Н., Золотухина Т.В. Применение строительных технологий замкнутого цикла в концепции циркулярной экономики // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2023. Т. 20. № 8. С. 44–51. 8 р.
6. Молчанова Р.В. Циркулярная экономика в строительной отрасли // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. Т. 3. № 4 (136). С. 110–116. 7 р.
7. Молчанова С.М., Самойлов А.В. Концепция циркулярной экономики в устойчивом развитии // Экономика и управление: проблемы, решения. 2022. Т. 3. № 5 (125). С. 22–28. 7 р.
8. Польшиков Т.И. Циркулярная экономика: теоретические аспекты // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2022. Т. 19. № 3. С. 10–15. 6 р.
9. Тен Е.А. Необходимость перехода к циркулярной экономике в контексте развития концепции устойчивого развития // Гуманитарные и социально-экономические науки. 2022. № 6 (127). С. 75–79. 5 р.
10. Четкина Е.А., Бочарова А.А. Формирование концепции циркулярной экономики как инструмента достижения целей устойчивого развития // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2024. Т. 14. № 5-1. С. 26–36. 11 р.
11. Behún M., Behúnová A. Advanced innovation technology of BIM in a circular economy // Applied Sciences (Switzerland). 2023. Vol. 13. № 13. P. 7989. 15 p.
12. Charef R., Lu W., Hall D. The transition to the circular economy of the construction industry: insights into sustainable approaches to improve the understanding // Journal of Cleaner Production. 2022. Vol. 364. P. 132421. 24 p.

13. Mikhno I., Ihnatenko N., Cherniaiev O., Vynogradnya V., Atstaja D., Koval V. Construction waste recycling in the circular economy model // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2023. Vol. 1126. № 1. P. 012003. 8 p.
14. Oliveira J.De., Schreiber D., Jahno V.D. Circular economy and buildings as material banks in mitigation of environmental impacts from construction and demolition waste // Sustainability. 2024. Vol. 16. № 12. P. 5022. 18 p.
15. Somina I.V., Kondakov M.V. Analysis of the usage of principles of circular economy in the industry of thermal insulation materials (using the example of “Rockwool Group”) // Economics. Information Technologies. 2022. Vol. 49. № 3. P. 529–535. 7 p.

Economic Aspects of Transitioning to a Circular Model of Construction Materials Use in the Context of Sustainable Development

Yakov V. Pustenko

Researcher,
National Research Moscow State University of Civil Engineering,
129337, 26, Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russian Federation;
e-mail: pustenkoyv@gmail.com

Leonid S. Polishchuk

Researcher,
National Research Moscow State University of Civil Engineering,
129337, 26, Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russian Federation;
e-mail: polishchukleonid22@gmail.com

Elizaveta V. Tikhomirova

Researcher,
National Research Moscow State University of Civil Engineering,
129337, 26, Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russian Federation;
e-mail: Tixomirova2003@list.ru

Artur V. Kan

Researcher,
National Research Moscow State University of Civil Engineering,
129337, 26, Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russian Federation;
e-mail: qunexxx@gmail.com

Dmitrii A. Zaitsev

Researcher,
National Research Moscow State University of Civil Engineering,
129337, 26, Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russian Federation;
e-mail: dim.zay@yahoo.com

Abstract

This article examines the economic aspects of transitioning from traditional models of construction materials use to a circular model within the framework of sustainable development. The study's relevance stems from the need to optimize resource consumption, minimize waste, and reduce the construction industry's environmental impact. The introduction outlines key challenges in modern construction and emphasizes the importance of transitioning to a circular economy for enhancing both environmental and economic efficiency. The methodological framework includes comprehensive analysis of economic indicators, investment process modeling, and comparative analysis of traditional versus circular material use models. The study employed systems analysis, economic life cycle assessment of materials, and case studies of successfully implemented projects. This approach identified key factors influencing the effectiveness of implementing circular principles in construction. The results demonstrate that transitioning to a circular model not only reduces raw material costs but also creates new job opportunities and stimulates innovation in the construction sector. Life cycle cost analysis showed reductions in building operational expenses and decreased financial risks associated with material shortages. Innovative technologies for recycling and reusing construction waste enhance project investment attractiveness, potentially leading to new market segments. The discussion highlights the need for government support and favorable legislation to promote the circular economy. The study reveals both opportunities and limitations of this transition, influenced by investment scale, technological infrastructure, and market participant integration levels. The conclusions provide practical recommendations for businesses and government agencies to advance sustainable development in construction through efficient resource utilization.

For citation

Pustenko Ya.V., Polishchuk L.S., Tikhomirova E.V., Kan A.V., Zaitsev D.A. (2025) Ekonomicheskiye aspekty perekhoda k tsirkulyarnoy modeli ispolzovaniya stroitelnykh materialov v kontekste ustoychivogo razvitiya [Economic Aspects of Transitioning to a Circular Model of Construction Materials Use in the Context of Sustainable Development]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 15 (3A), pp. 295-308.

Keywords

Economics, transition, circular model, construction materials, sustainable development

References

1. Baranova I.V. Circular Economy as a Condition for Achieving Sustainable Development // *Electronic Scientific and Methodological Journal of Omsk GAU*. 2022. No. 1 (28). 10 p.
2. Biryukov A.P., Lian T., Tinyakov V.I. Russia's Transition to a Circular Economy: Necessity, Opportunities, Problems // *Creative Economy*. 2023. Vol. 17. No. 3. pp. 855–868. 14 p.
3. Grigoryeva N.A. Principles of Circular Economy in Project Management in Construction // *Socio-Economic Management: Theory and Practice*. 2022. Vol. 18. No. 4. pp. 5–12. 8 p.
4. Kuznetsova N.A. Circular Economy: Main Elements and Opportunities // *Economics of High-Tech Manufacturing*. 2023. Vol. 4. No. 2. pp. 121–132. 12 p.
5. Meshcheryakova M.A., Zolotukhin S.N., Zolotukhina T.V. Application of Closed-Loop Construction Technologies in the Concept of Circular Economy // *FES: Finance. Economy. Strategy*. 2023. Vol. 20. No. 8. pp. 44–51. 8 p.
6. Molchanova R.V. Circular Economy in the Construction Industry // *Economics and Management: Problems, Solutions*. 2023. Vol. 3. No. 4 (136). pp. 110–116. 7 p.
7. Molchanova S.M., Samoylov A.V. The Concept of Circular Economy in Sustainable Development // *Economics and Management: Problems, Solutions*. 2022. Vol. 3. No. 5 (125). pp. 22–28. 7 p.

8. Pol'shchikov T.I. Circular Economy: Theoretical Aspects // FES: Finance. Economy. Strategy. 2022. Vol. 19. No. 3. pp. 10–15. 6 p.
9. Ten E.A. The Necessity of Transitioning to a Circular Economy in the Context of Sustainable Development // Humanities and Socio-Economic Sciences. 2022. No. 6 (127). pp. 75–79. 5 p.
10. Chetkina E.A., Bocharova A.A. Forming the Concept of Circular Economy as a Tool for Achieving Sustainable Development Goals // Economics: Yesterday, Today, Tomorrow. 2024. Vol. 14. Nos. 5-1. pp. 26–36. 11 p.
11. Behún M., Behúnová A. Advanced Innovation Technology of BIM in a Circular Economy // Applied Sciences (Switzerland). 2023. Vol. 13. No. 13. p. 7989. 15 p.
12. Charef R., Lu W., Hall D. The Transition to the Circular Economy of the Construction Industry: Insights into Sustainable Approaches to Improve the Understanding // Journal of Cleaner Production. 2022. Vol. 364. p. 132421. 24 p.
13. Mikhno I., Ihnatenko N., Cherniaiev O., Vynogradnya V., Atstaja D., Koval V. Construction Waste Recycling in the Circular Economy Model // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2023. Vol. 1126. No. 1. p. 012003. 8 p.
14. Oliveira J.De., Schreiber D., Jahno V.D. Circular Economy and Buildings as Material Banks in Mitigation of Environmental Impacts from Construction and Demolition Waste // Sustainability. 2024. Vol. 16. No. 12. p. 5022. 18 p.
15. Somina I.V., Kondakov M.V. Analysis of the Use of Circular Economy Principles in the Thermal Insulation Materials Industry (Using the Example of “Rockwool Group”) // Economics. Information Technologies. 2022. Vol. 49. No. 3. pp. 529–535. 7 p.