

Научная статья

УДК 336

ФИНАНСОВЫЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕХОДА К ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКЕ: МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПОТОКОВ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

**Валь Олеся Михайловна, Доктор экономических наук, Арктический
государственный агротехнологический университет, Экономический
факультет, Россия, Якутск, olesya.14@list.ru**

Аннотация

Статья посвящена разработке теоретико-методологических основ и прикладных инструментов для моделирования инвестиционных потоков и оценки эффективности проектов в контексте перехода к циркулярной экономике. Объектом исследования выступают финансовые отношения, складывающиеся в процессе мобилизации и распределения капитала для реализации проектов и программ в рамках перехода к циркулярной экономике. Предметом исследования являются теоретические модели, методические подходы и инструменты, предназначенные для анализа инвестиционных потоков и оценки эффективности циркулярных инициатив. Теоретическую и методологическую основу работы составляют фундаментальные положения финансовой науки, теории устойчивого развития, ресурсной экономики и промышленной экологии. В процессе исследования предполагается применение методов системного и структурно-функционального анализа, экономико-математического моделирования, сценарного прогнозирования, а также сравнительного и кейс-стади анализа. Практическая значимость результатов исследования заключается в возможности их использования финансовыми институтами (коммерческими банками, управляющими компаниями, институтами развития) для совершенствования процессов принятия инвестиционных решений, компаниями реального сектора - для обоснования циркулярных трансформаций, а также органами государственной власти - для разработки адекватной политики

стимулирования и регулирования в области финансирования циркулярной экономики.

Ключевые слова: финансовые механизмы; циркулярная экономика; моделирование инвестиционных потоков; оценка эффективности; прикладные инструменты; финансовые институты.

Original article

FINANCIAL ASPECTS OF THE TRANSITION TO A CIRCULAR ECONOMY: MODELING INVESTMENT FLOWS AND ASSESSING EFFECTIVENESS

Val Olesya Mikhailovna, Doctor of Economics, Arctic State Agrotechnological University, Faculty of Economics, Yakutsk, Russia, olesya.14@list.ru

Abstract

This article explores the development of theoretical and methodological foundations and applied tools for modeling investment flows and assessing project effectiveness in the context of the transition to a circular economy. The research focuses on financial relationships that arise during the mobilization and distribution of capital for the implementation of projects and programs as part of the transition to a circular economy. The subject of the study is theoretical models, methodological approaches, and tools designed to analyze investment flows and assess the effectiveness of circular initiatives. The theoretical and methodological foundation of the work is based on fundamental principles of financial science, sustainable development theory, resource economics, and industrial ecology. The study utilizes methods of systemic and structural-functional analysis, economic and mathematical modeling, scenario forecasting, as well as comparative and case study analysis. The practical significance of the research results lies in the possibility of their use by financial institutions (commercial banks, management companies, development institutions) to improve investment decision-making processes, by companies in the

real sector to justify circular transformations, and by government bodies to develop adequate policies for stimulating and regulating the financing of the circular economy.

Keywords: financial mechanisms; circular economy; investment flow modeling; performance evaluation; applied tools; financial institutions.

Актуальность и степень разработанности проблемы исследования.

Актуальность исследования финансовых аспектов перехода к циркулярной экономике обусловлена трансформацией экономической парадигмы. Линейная модель производства и потребления обуславливает нарастающую дисфункциональность, проявляющуюся в исчерпании природных ресурсов, экологической деградации и накоплении отходов. Циркулярная экономика как концепция, направленная на минимизацию потерь и сохранение ценности материалов и продуктов в течение их жизненного цикла через повторное использование, восстановление, ремонт и переработку, представляет собой альтернативный путь развития [1]. Однако ее практическая реализация сопряжена со значительными структурными, технологическими и, что принципиально важно, финансовыми барьерами.

Финансовый сектор выступает ключевым институтом, опосредующим распределение капитала между различными видами экономической деятельности. Следовательно, трансформация в сторону циркулярных моделей хозяйствования требует адекватной переориентации инвестиционных потоков. Это предполагает не только увеличение объемов финансирования «зеленых» проектов, но и формирование совершенно новых механизмов оценки рисков, методов анализа эффективности и инструментов долгосрочного финансирования, учитывающих специфику циркулярных бизнес-моделей. Они характеризуются повышенной капиталоемкостью на начальных этапах, длительными сроками окупаемости, зависимостью от экосистемных взаимодействий между различными агентами (производители, потребители, утилизаторы), а также нестандартными потоками создания стоимости,

включающими, например, доходы от продления жизненного цикла активов или сбережения от использования вторичных ресурсов [2].

В экономической науке всестороннее исследование финансового обеспечения циркулярной экономики до сих пор остается недостаточно разработанным. Существующие исследования, как правило, сосредоточены на общетеоретических принципах циркулярности (Е.Е. Жернов, Н.В. Осокина) [3], экологических императивах (Е.В. Сибирская, А.Г. Чофу) [4] или анализе отдельных инструментов, таких как зеленые облигации (А.В. Бабкин, Е.В. Шкарупета, Т.И. Польщиков) [5]. При этом наблюдается дефицит прикладных работ, посвященных целостному моделированию инвестиционных потоков в контексте системной циркулярной трансформации, а также разработке комплексного методологического аппарата для оценки финансовой, экономической и ресурсной эффективности соответствующих проектов и программ. Традиционные методики инвестиционного анализа (NPV, IRR) зачастую оказываются неадекватными для учета полного спектра выгод, рисков и внешних эффектов, присущих циркулярным решениям [6], [7].

Таким образом, возникает объективная научная и практическая потребность в разработке финансовых моделей и оценочных методов, позволяющих решать задачи перехода к циркулярной экономике. Устранение данного пробела является необходимым условием для формирования эффективных механизмов привлечения и распределения капитала, способных преодолеть разрыв между пилотными проектами и их массовым масштабированием.

Концепция циркулярной экономики представляет собой альтернативу доминирующей линейной экономической модели, основанной на экстракции ресурсов, производстве, потреблении и последующем захоронении отходов. Ее фундаментом выступают принципы проектирования безотходных систем, сохранения максимальной ценности материалов и продукции на протяжении всего их жизненного цикла, а также регенерации природных систем [8].

Финансовая стратегия в линейной экономике ориентирована на оптимизацию денежных потоков в рамках цепочки создания стоимости, направленной на выпуск и продажу новой продукции. Ключевые показатели финансового состояния (рентабельность инвестиций, оборачиваемость активов) заточены под эту парадигму. При этом циркулярная экономика вносит изменения в структуру создания стоимости, добавляя к ней такие компоненты, как повторное использование, ремонт, ремаркетинг, реконструкция и рециклинг. Это трансформирует финансовые стратегии по нескольким ключевым направлениям:

1. Смена акцентов в управлении активами, так как объектом стратегического управления становятся основные фонды для производства новых товаров, а также денежные потоки возвращаемой продукции, компонентов и материалов. Финансовая стратегия должна учитывать стоимость владения активом на протяжении всего срока его службы в многократных циклах использования, стоимость его возврата и подготовки к следующему циклу.

2. Трансформация структуры доходов и денежных потоков, поскольку происходит переход от модели одноразовой продажи продукта к концепциям, основанным на повторяющихся доходах от предоставления услуг, аренды, лизинга, платы за производительность.

3. В систему управления рисками наряду с рыночными и кредитными рисками попадают риски ресурсной зависимости, волатильности цен на первичное сырье, нормативно-правовые риски, связанные с расширенной ответственностью производителя и экологическим регулированием, а также репутационные риски. Соответственно, целесообразно интегрировать механизмы хеджирования этих новых категорий рисков.

4. Адаптация традиционных методов инвестиционного анализа (NPV, IRR) для грамотного учета внешних эффектов (экстерналий), таких как снижение экологического ущерба и экономия на утилизации отходов, а также внутренних выгод в виде снижения затрат на материалы и энергии за счет замкнутых циклов

[9-11].

Финансирование перехода к циркулярной экономике требует развития финансового инструментария, что обозначено в научно-исследовательских работах Ж.А. Мингалевой, М.В. Сиговой [12], Я.Э. Кондратьевой, Н.Р. Амировой [13], К.А. Власенко [14]. Существующие методы могут быть систематизированы не только по их формальным характеристикам, но и по уровню соответствия специфическим потребностям циркулярных бизнес-моделей (см. табл. 1).

Таблица 1 - Систематизация финансовых инструментов для циркулярной экономики

Уровень	Инструменты и механизмы	Ключевая характеристика в контексте циркулярной экономики
Адаптированные традиционные инструменты	Проектное финансирование	Требуют интеграции критериев циркулярности (ресурсная эффективность, потенциал восстановления активов) в кредитные меморандумы и инвестиционные соглашения
	Лизинг оборудования	
	Венчурное финансирование	
	Корпоративные облигации	
	Синдицированные кредиты	Обеспечением могут выступать циркулярные активы (например, фонд восстановленных компонентов)
Специализированные «зеленые» и устойчивые инструменты	Зеленые облигации	Средства направляются на проекты с измеримыми экологическими и
	Социальные облигации	

	Облигации устойчивого развития	циркулярными результатами (в частности, модернизация для использования вторичного сырья)
	Зеленые кредиты	SLB увязывают финансовые условия (процентную ставку) с достижением KPI циркулярности
Инструменты, ориентированные на создание и распределение стоимости	Факторинг и секьюритизация будущих потоков от повторного использования, ремонта	Нацелены на монетизацию циркулярных потоков доходов и разделение высоких начальных рисков между несколькими участниками замкнутой цепочки создания стоимости
	Совместные инвестиционные платформы (для симбиотических кластеров)	
	Гарантии и страхование для новых технологий переработки	
	Фандрайзинг на основе блокчейн	

Источник: разработано авторами.

Эффективное применение данных инструментов предполагает их

встраивание в единый логический цикл финансирования циркулярных инициатив. Он отражает последовательность этапов привлечения капитала для проектов, характеризующихся различными уровнями технологической готовности и риска. На ранних стадиях (НИОКР, пилотные проекты) преобладают инструменты, терпимые к высокому риску, а именно гранты и венчурный капитал, часто при участии государственных институтов развития. После обоснования концепции наступает фаза масштабирования, требующая более значительного долгового финансирования (проектное финансирование, «зеленые» облигации), которое привлекается под конкретные активы и инвестиционные потоки. Достигнув коммерческой зрелости и стабильности потоков, проекты могут рефинансироваться через рынок капитала, высвобождая средства для новых инициатив. Ключевым связующим элементом на всех этапах выступает отраслевое партнерство, позволяющее разделять риски и создавать общую инфраструктуру (например, системы сбора и логистики возвращаемых продуктов).

Методология исследования. Базовым методологическим ограничением при оценке циркулярных проектов является крайне низкий уровень адекватности традиционных подходов, фокусирующихся исключительно на денежных потоках проекта без учета его ресурсной составляющей. Для преодоления данного ограничения предлагается методика, интегрирующая финансовый анализ с анализом материальных потоков. Ее основу составляет принцип параллельного учета: каждый материальный поток (первичное сырье, вторичные материалы, отходы, конечная продукция) должен быть отражен в финансовой модели как источник затрат или доходов в соответствии с его рыночной стоимостью.

Алгоритм реализации методики следующий:

1. На основе технологической карты проекта строится схема с подробным движением материальных потоков, определяются точки возникновения затрат и потенциальных доходов на каждой стадии жизненного цикла. Ключевым

отличием от линейной модели является включение в расчет дополнительных контуров, связанных с возвратом продукции, ее разборкой и рециклингом. Финансовые потоки (как отрицательные, так и положительные) привязываются к каждой операции с материалом. Формируется расширенная отчетность о движении денежных средств, где отдельно выделяются потоки от первичного производства и от циркулярных операций.

2. Предлагается трехмерная система оценочных показателей: классические дисконтированные финансовые показатели (чистая приведенная стоимость (NPV) и внутренняя норма доходности (IRR) проекта в целом и отдельно по циркулярному контуру); ресурсно-зависимые финансовые индикаторы (затратоемкость по первичному сырью или отношение дисконтированных затрат на первичное сырье и энергию к NPV проекта, доходность циркулярного контура или отношение дисконтированных доходов от циркулярных операций (аренда, перепродажа, ремонт, продажа вторичных материалов) к дисконтированным затратам на обеспечение этих операций); скорректированные интегральные критерии (NPV, скорректированная на ресурсную эффективность: $NPV + (\text{Экономия на затратах на первичные ресурсы за счет циркулярности, дисконтированная}) - (\text{Дисконтированные затраты на создание циркулярной инфраструктуры})$).

3. Модель подвергается варьированию ключевых внешних и внутренних параметров. Особое внимание уделяется нестандартным для линейной экономики драйверам: ставка экологического сбора, цена торговых квот на выбросы углекислого газа, строгость норм утилизации, наличие льгот или налоговых преференций, волатильность цен на первичное сырье, динамика спроса и цен на вторичные материалы, готовность потребителей платить за услуги, стоимость логистики обратных потоков, эффективность процессов извлечения материалов. Анализ проводится через определение «точек перелома» для каждого драйвера, при которых NPV проекта становится отрицательной или циркулярный контур убыточным.

Результаты исследования. Апробация методики проводилась на проекте по организации восстановления промышленного электрооборудования. Базовый сценарий предполагал создание центра по приему, разборке, восстановлению и повторной продаже компонентов. Инвестиционные затраты составили 150 млн. руб., горизонт планирования – 7 лет, ставка дисконтирования – 12%.

Расчет по методике дал следующие результаты для базового сценария:

- NPV проекта - 45,2 млн. руб.
- затратоемкость по первичному сырью – 0,18 (низкая зависимость от первичных ресурсов);
- доходность циркулярного контура – 1,32 (циркулярные операции генерируют доход, на 32% превышающий связанные с ними затраты);
- скорректированная NPV – 52,8 млн. руб. (корректировка выявила дополнительную стоимость за счет экономии на первичных ресурсах).

Результаты изменения NPV в рамках анализа чувствительности при варьировании ключевых драйверов представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Анализ чувствительности NPV проекта к изменениям внешних и внутренних параметров (отклонение от базового сценария)

Параметр	Изменение параметра	Результирующее изменение NPV	Точка безубыточности (NPV=0)
Цена продажи восстановленных единиц (+10%)	-15%	-58% (NPV $\approx$ +19,0 млн. руб.)	-22%
Стоимость логистики обратного потока (+10%)	+25%	-34% (NPV $\approx$ +29,8 млн. руб.)	+48%
Ставка утилизационного сбора (+5%)	+100%	+12% (NPV $\approx$ +50,6 млн. руб.)	-

Цена на вторичный цветной металл (-10%)	-30%	-8% (NPV $\approx$ +41,6 млн. руб.)	-75%
---	------	-------------------------------------	------

Источник: разработано авторами.

Наибольшую угрозу представляет волатильность рыночной цены на конечные циркулярные продукты (восстановленное оборудование). Снижение цены на 22% делает проект неэффективным. Это указывает на необходимость хеджирования данного риска через долгосрочные контракты.

Затраты на обратную логистику являются высокочувствительным фактором. Их рост более чем на 48% нивелирует экономический эффект. Оптимизация этой составляющей - ключевая задача управления.

Ужесточение регуляторного давления (существенное увеличение сбора за утилизацию) оказывает положительное влияние на NPV проекта, так как повышает экономическую привлекательность легальной переработки по сравнению с линейной моделью для поставщиков оборудования.

Доход от продажи вторичного сырья (цветной металл) играет второстепенную роль, что снижает зависимость от конъюнктуры товарных рынков.

Обсуждение результатов исследования. На основе разработанной методики предлагается многоуровневая система критериев, применяемая по принципу воронки:

1. Критерий ресурсной и регуляторной устойчивости (Должен ли проект улучшать показатели ресурсоемкости (затратоемкость по первичному сырью < среднеотраслевого значения) и/или снижать регуляторные риски компании? (фильтр «да/нет»)). Проект, не удовлетворяющий этому критерию, не рассматривается как циркулярный.

2. Финансовая состоятельность циркуляторного контура (Является ли циркулярная деятельность как таковая (без учета внешней экономии) внутренне финансово жизнеспособной?).

3. Параметр интегральной эффективности (Обеспечивает ли проект с учетом всех ресурсных корректировок большую стоимость, чем традиционное решение?).

4. Критерий устойчивости к рискам. При стресс-тестировании по двум наиболее чувствительным параметрам (см. табл. 2) скорректированная NPV должна оставаться положительной (Обладает ли проект достаточным запасом прочности?).

Сформулированная система критериев меняет логику обоснования инвестиций, обуславливая их эффективность посредством устойчивости и структуры, зависящей от управления материальными ресурсами.

Выводы. Концепция циркулярной экономики выступает в качестве стратегического фактора, предопределяющего глубинные изменения в корпоративных финансовых стратегиях. Это воздействие проявляется в ядре финансового управления, затрагивая базовые принципы управления активами, формирования доходов и оценки рисков. Финансовая стратегия в циркулярной модели переориентируется с максимизации оборота первичных ресурсов на оптимизацию стоимости жизненного цикла активов и капитализацию потоков стоимости, возникающих в процессах восстановления, повторного использования и рециклинга.

Оценка эффективности проектов в сфере циркулярной экономики не может ограничиваться традиционными дисконтированными денежными потоками. Для грамотного учета специфики требуется разработка комплексной методики, основанной на принципе параллельного учета финансовых и материальных потоков. Предложенная трехмерная система показателей, включающая классические финансовые, ресурсно-зависимые и скорректированные интегральные переменные, позволяет количественно измерить вклад циркулярности в стоимость проекта, выделив доходность непосредственно циркулярного контура и степень зависимости от первичных ресурсов.

На основе интегральной методики оценки сформирована многоуровневая система критериев для принятия инвестиционных решений. Ее ключевым отличием является последовательная (каскадная) логика применения, при которой проверка ресурсной и операционной состоятельности циркулярной модели предшествует анализу итоговой финансовой эффективности. Такой подход меняет парадигму обоснования инвестиций, смещая акцент с максимизации чистого приведенного дохода к достижению устойчивой финансовой состоятельности на основе управления материальными потоками и минимизации зависимости от исчерпаемых ресурсов.

Список литературы

1. Синельникова А. Переход к циркулярной экономике: проблемы и перспективы // Экономический вестник ИПУ РАН. – 2022. – Т. 3. – №. 1. – С. 64-75.
2. Варавин Е. В., Маковецкий М. Ю., Комарова А. С. Проблемы обеспечения перехода к экономике замкнутого цикла // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2022. – №. 1 (40). – С. 42-51.
3. Жернов Е. Е., Осокина Н. В. Рентный аспект циркулярной экономики в угольной промышленности ресурсодобывающего региона. 1. Рентный концепт циркулярной экономики // Уголь. – 2022. – №. 5 (1154). – С. 62-67.
4. Сибирская Е. В., Чофу А. Г. Риски и возможности применения моделей циркулярной экономики в регионах Российской Федерации // Регион: системы, экономика, управление. – 2025. – №. 3 (70). – С. 23.
5. Бабкин А. В., Шкарупета Е. В., Польщиков Т. И. Концепция эффективного устойчивого ESG-развития промышленных экосистем в циркулярной экономике // Экономическое возрождение России. – 2023. – №. 1 (75). – С. 124-139.
6. Титова Н. Ю. Обзор методических подходов к оценке уровня устойчивого развития и циркулярной экономики // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. – 2022. – Т. 17. – №. 3. – С. 288-303.

7. Тяглов С. Г., Митин Н. С. Социально-экономические аспекты функционирования циклической экономики // Финансовые исследования. – 2023. – №. 4 (81). – С. 46-54.
8. Амирова Н. Р., Саргина Л. В., Кондратьева Я. Э. Основные подходы внедрения циркулярной экономики // Постсоветский материк. – 2022. – №. 1 (33). – С. 89-106.
9. Довбий И. П. Финансовые и экономические условия энергоперехода для национальной экономики // Финансовый журнал. – 2022. – Т. 14. – №. 5. – С. 25-42.
10. Никифоров А. А., Никифорова В. Д., Ачба Л. В., Коваленко А. В. Финансово-экономические аспекты энергосбережения и энергоэффективности в РФ // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2022. – №. 4. – С. 57-65.
11. Стажарова Д. М., Бычкова А. А., Позднеева А. Циркулярная экономика и реверсивная логистика: оценка взаимовлияния // Вестник Академии знаний. – 2024. – №. 4 (63). – С. 349-354.
12. Мингалева Ж. А., Сигова М. В. Финансовые аспекты реализации четвертого энергоперехода // Финансовый журнал. – 2022. – Т. 14. – №. 5. – С. 43-58.
13. Кондратьева Я. Э., Амирова Н. Р. Инструменты и методы внедрения циркулярной экономики // Постсоветский материк. – 2022. – №. 3 (35). – С. 100-118.
14. Власенко К. А. Финансовое обеспечение инвестиционных проектов предприятий в контексте экосистемы замкнутого цикла // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2024. – №. 1. – С. 271-277.

References

1. Sinelnikova A. Transition to a Circular Economy: Problems and Prospects // Economic Bulletin of the Institute of Control Sciences of the Russian Academy of Sciences. - 2022. - Vol. 3. - No. 1. - P. 64-75.
2. Varavin E. V., Makovetsky M. Yu., Komarova A. S. Problems of Ensuring the

- Transition to a Closed-Loop Economy // Bulletin of Moscow University named after S. Yu. Witte. Series 1: Economics and Management. - 2022. - No. 1 (40). - P. 42-51.
3. Zhernov E. E., Osokina N. V. Rent aspect of the circular economy in the coal industry of a resource-extracting region. 1. Rent concept of the circular economy // Coal. - 2022. - No. 5 (1154). – P. 62-67.
4. Sibirskaya E. V., Chofu A. G. Risks and Opportunities of Applying Circular Economy Models in the Regions of the Russian Federation // Region: Systems, Economy, Management. – 2025. – No. 3 (70). – P. 23.
5. Babkin A. V., Shkarupeta E. V., Polshchikov T. I. The Concept of Effective Sustainable ESG Development of Industrial Ecosystems in the Circular Economy // Economic Revival of Russia. – 2023. – No. 1 (75). – P. 124-139.
6. Titova N. Yu. Review of Methodological Approaches to Assessing the Level of Sustainable Development and the Circular Economy // Bulletin of Perm University. Series: Economy. – 2022. – Vol. 17. – No. 3. – P. 288-303.
7. Tyaglov S. G., Mitin N. S. Socio-economic aspects of the functioning of the cyclical economy // Financial studies. - 2023. - No. 4 (81). - P. 46-54.
8. Amirova N. R., Sargina L. V., Kondratieva Ya. E. Main approaches to the implementation of the circular economy // Post-Soviet continent. - 2022. - No. 1 (33). - P. 89-106.
9. Dovbiy I. P. Financial and economic conditions for the energy transition for the national economy // Financial journal. - 2022. - Vol. 14. - No. 5. - P. 25-42.
10. Nikiforov A. A., Nikiforova V. D., Achba L. V., Kovalenko A. V. Financial and economic aspects of energy saving and energy efficiency in the Russian Federation // Scientific journal of NRU ITMO. Series "Economics and environmental management". - 2022. - No. 4. - P. 57-65.
11. Stazharova D. M., Bychkova A. A., Pozdneeva A. Circular economy and reverse logistics: assessment of mutual influence // Bulletin of the Academy of knowledge. - 2024. - No. 4 (63). - P. 349-354.
12. Mingaleva Zh. A., Sigova M. V. Financial aspects of the implementation of the

fourth energy transition // Financial journal. - 2022. - Vol. 14. - No. 5. – P. 43-58.

13. Kondratieva Ya. E., Amirova N. R. Tools and methods for implementing a circular economy // Post-Soviet continent. – 2022. – No. 3 (35). – P. 100-118.

14. Vlasenko K. A. Financial support for investment projects of enterprises in the context of a closed-loop ecosystem // Public and municipal administration. Scientific notes. – 2024. – No. 1. – P. 271-277.

Статья поступила в редакцию 04.12.2025; одобрена после рецензирования 30.01.2026; принята к публикации 30.03.2026.

The article was submitted 04.12.2025; approved after reviewing 30.01.2026; accepted for publication 30.03.2026.