

Международный научно-исследовательский журнал

«Прогрессивная экономика»

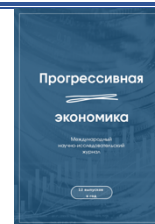
№ 8 / 2026 https://progressive-economy.ru/vypusk_1/venchurnye-investicii-v-czirkulyarnuyu-ekonomiku-sovremennye-tendenczii-i-sistemnye-ogranicheniya/

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности ВАК: 5.2.4

УДК 330.322.053.3

DOI: 10.54861/27131211_2026_8_256



ВЕНЧУРНЫЕ ИНВЕСТИЦИИ В ЦИРКУЛЯРНУЮ ЭКОНОМИКУ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И СИСТЕМНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

Овинкин М.В., аспирант, автономная некоммерческая организация высшего образования «Московский университет «Синергия», г. Москва, Россия
129090, г. Москва, ул. Мещанская, д. 9/14, стр. 1
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3205-9376>
e-mail: max-ove@ya.ru

Аннотация. Работа посвящена анализу состояния и структурных дисбалансов мирового рынка венчурных инвестиций в проекты экономики замкнутого цикла. Актуальность работы определяется усиливающимся разрывом между декларируемыми целями перехода к циркулярной модели и фактическим объёмом её финансирования: на проекты ЭЗЦ приходится менее 1% совокупных венчурных инвестиций. Показано, что при общем расширении рынка циркулярной экономики венчурный капитал обеспечивает около 7% совокупного финансирования ЭЗЦ, хотя по числу раскрытых долевого сделок занимает ведущие позиции. Установлена выраженная региональная концентрация инвестиционных потоков: на Европу приходится около 57% их среднего годового объёма. «Восходящие» решения остаются хронически недофинансированными: около 92% инвестиций направляется в downstream-модели, связанные с переработкой, ремонтом и повторным использованием, тогда как upstream-решения в области циркулярного дизайна, инновационных материалов и регенеративного производства получают около 8% финансирования. Участие венчурного капитала носит ограниченный характер вследствие несоответствия типичных инвестиционных горизонтов VC-фондов специфике циркулярных бизнес-моделей. Дополнительными ограничениями выступают недостаточная разработанность методов оценки циркулярных активов, конкурентные преимущества линейных бизнес-моделей и фрагментация регуляторных требований. Показано, что европейская таксономия устойчивого финансирования, SFDR и механизмы расширенной ответственности производителей способны поддерживать спрос на циркулярные проекты, однако пока не устраняют выявленные структурные дисбалансы. Делается вывод о том, что без модернизации подходов к оценке циркулярных активов и без согласованной системы регуляторных стимулов данный сегмент сохранит статус нишевого направления в глобальном рынке венчурных инвестиций.



Ключевые слова: венчурное финансирование, циркулярная экономика, инвестиционные барьеры циркулярных бизнес-моделей, восходящие/нисходящие решения, ESG-таксономия; регуляторная среда.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Овинкин М.В. Венчурные инвестиции в циркулярную экономику: современные тенденции и системные ограничения // Прогрессивная экономика. 2026. № 8. С. 256–268. https://doi.org/10.54861/27131211_2026_8_256.

Статья поступила в редакцию: 05.07.2026 г. Одобрена после рецензирования: 14.08.2026 г. Принята к публикации: 17.08.2026 г.

VENTURE INVESTMENTS IN THE CIRCULAR ECONOMY: CONTEMPORARY TRENDS AND SYSTEMIC CONSTRAINTS

*Ovinkin M.V., Postgraduate Student, Autonomous Non-Profit Organization of
Higher Education "Moscow University "Synergy", Moscow, Russia
129090, Moscow, Meshchanskaya St., 9/14, Bldg. 1
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3205-9376>
e-mail: max-ove@ya.ru*

Abstract. The paper is devoted to the analysis of the state and structural imbalances of the global venture capital investment market in closed-loop economy projects. The relevance of the work is determined by the widening gap between the declared goals of the transition to the circular model and the actual amount of its financing: EZZ projects account for less than 1% of total venture capital investments. It is shown that with the general expansion of the circular economy market, venture capital provides about 7% of the total financing of EZZ, although it occupies a leading position in terms of the number of disclosed equity transactions. A pronounced regional concentration of investment flows has been identified: Europe accounts for about 57% of their average annual volume. “Upstream” solutions remain chronically underfunded: about 92% of investments are directed towards downstream models related to recycling, repair, and reuse, while upstream solutions in the field of circular design, innovative materials, and regenerative production receive about 8% of funding. Venture capital participation is limited due to the mismatch between the typical investment horizons of VC funds and the specifics of circular business models. Additional limitations include the underdeveloped nature of methods for assessing circular assets, the competitive advantages of linear business models, and the fragmentation of regulatory requirements. It has been shown that the European taxonomy of sustainable finance, SFDR, and extended producer responsibility mechanisms are capable of supporting demand for circular projects, but they have not yet eliminated the identified structural imbalances. It is concluded that without modernizing approaches to assessing circular assets and without a coordinated system of regulatory incentives, this segment will retain the status of a niche area in the global venture investment market.

Keywords: venture capital financing, circular economy, investment barriers of circular business models, bottom-up/top-down solutions, ESG taxonomy; regulatory environment.



JEL classification: G24, E22, Q01.

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

For citation: Ovinkin M.V. (2026). Venchurnye investicii v cirkulyarnuyu ekonomiku: sovremennye tendencii i sistemnye ograniceniya [Venture investments in the circular economy: contemporary trends and systemic constraints]. Progressivnaya ekonomika [Progressive Economy], 8, 256–268. https://doi.org/10.54861/27131211_2026_8_256. (In Russ., abstract in Eng.)

The article was submitted to the editorial office: 05/07/2026. Approved after review: 14/08/2026. Accepted for publication: 17/08/2026.

Введение

Переход к экономике замкнутого цикла (ЭЗЦ) меняет подход к использованию продукции и материалов: срок эксплуатации товаров увеличивается, а вторичные ресурсы повторно вовлекаются в производство. Рынок циркулярных решений расширяется, однако объём привлекаемого ими капитала остаётся сравнительно небольшим. На проекты ЭЗЦ приходится менее 1% мировых венчурных инвестиций, а значительная часть финансирования поступает из банковских и иных источников. Венчурный капитал преимущественно направляется в переработку, ремонт и повторное использование продукции. В результате проекты циркулярного дизайна и разработки новых материалов получают меньший объём средств.

Наблюдаемое распределение капитала во многом обусловлено особенностями циркулярных бизнес-моделей, где для ряда проектов требуется длительный период масштабирования и возврата вложенных средств, а их коммерческие результаты зависят от состояния рынков вторичного сырья и действующего регулирования. Венчурные фонды, напротив, обычно рассчитывают на ограниченный инвестиционный горизонт и последующий выход из компании. Оценку подобных проектов осложняет и отсутствие единых подходов к определению стоимости циркулярных активов и долгосрочных эффектов их использования. Поэтому увеличение числа проектов ЭЗЦ само по себе не сопровождается сопоставимым ростом венчурного финансирования.

Объектом исследования является мировой рынок венчурных инвестиций в компании и проекты, работающие на принципах экономики замкнутого цикла. Цель работы состоит в определении тенденций развития данного рынка в 2018–2025 гг., особенностей распределения капитала и факторов, которые ограничивают финансирование циркулярных проектов.



Материалы и методы

Методологическую основу исследования составляют труды зарубежных исследователей, аналитические и статистические материалы международных организаций, а также нормативно-правовые акты Европейского союза, посвящённые вопросам финансирования циркулярной экономики и венчурного инвестирования. Теоретико-эмпирическую базу работы формируют результаты исследований барьеров и вызовов развития циркулярных бизнес-моделей, представленные в работах J. Kirchherr с соавторами, изучавших институциональные и рыночные барьеры перехода к циркулярной экономике в странах ЕС, а также W. Kanda с соавторами, проанализировавших ключевые проблемы развития новых циркулярных предприятий.

Статистическую и фактологическую базу исследования составляют ежегодные отчёты и аналитические обзоры международных консалтинговых и исследовательских организаций: доклады Circle Economy («The Circularity Gap Report» и «Circularity Gap Report Finance», подготовленные совместно с KPMG International и International Finance Corporation), отраслевые обзоры венчурного финансирования KPMG Private Enterprise («Venture Pulse»), данные Net Zero Insights о финансировании циркулярных стартапов в Европе, материалы Prevent Waste Alliance по вопросам преодоления разрыва в финансировании циркулярности, а также отчёт Research and Markets о глобальных возможностях и стратегиях развития рынка циркулярной экономики. Нормативно-правовую базу исследования образуют регуляторные документы Европейской комиссии, в частности Регламент об устойчивом финансировании (SFDR), а также аналитические материалы ISS Governance по вопросам применения таксономии ЕС в области устойчивого финансирования.

Результаты и обсуждение

Мировой рынок венчурного капитала в 2020–2025 годах прошёл через резкий подъем и последующую глубокую коррекцию. После рекордных 751,4 млрд долл. инвестиций в 2021 году [1, с.7] объёмы сократились до 527,3 млрд долл. в 2022-м и 349,5 млрд долл. в 2023-м, что стало минимумом с 2019 года; в 2024 году началось осторожное восстановление до 368,3 млрд долл. с последующим ростом до 500 млрд. долл. в 2025 г.

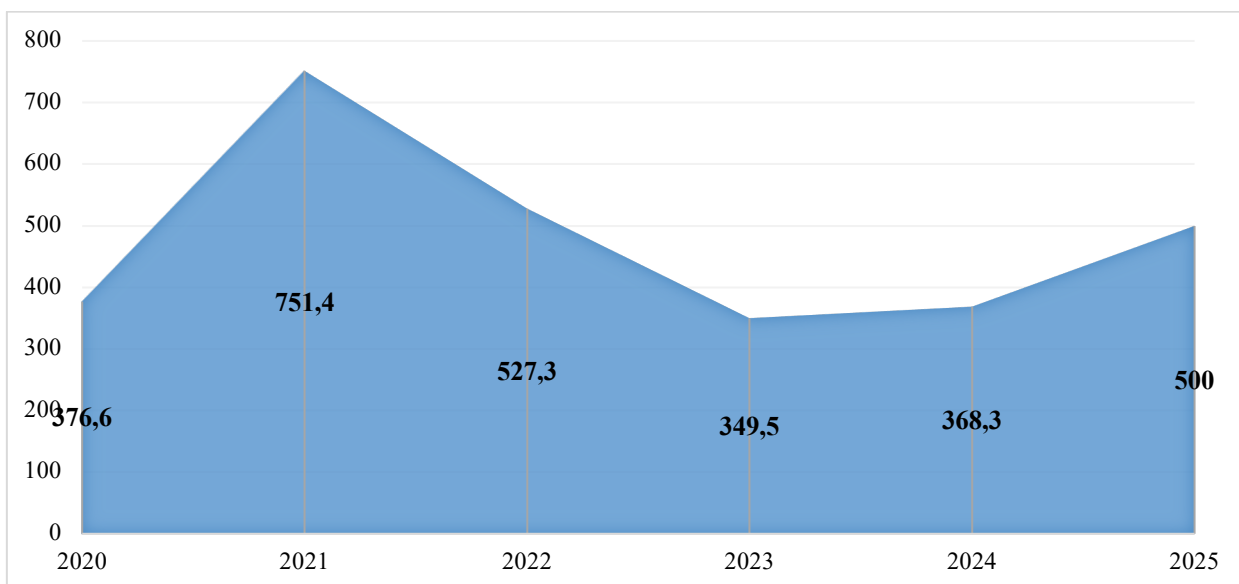


Рис. 1. Объём глобальных венчурных инвестиций, млрд долл.

Источник: составлено автором по данным [1; 2]

Fig. 1. Global Venture Capital Investment Volume, billions of dollars

Source: compiled by the author based on [1; 2]

В региональном разрезе в 2024 году лидером по привлечению венчурного капитала оставались США: на них приходилось 209 млрд долл. (около 57% мирового объёма). Европа получила 62,4 млрд долл., тогда как страны Азиатско-Тихоокеанского региона – 78,8 млрд долл., что стало для него минимальным значением за девять лет [1].

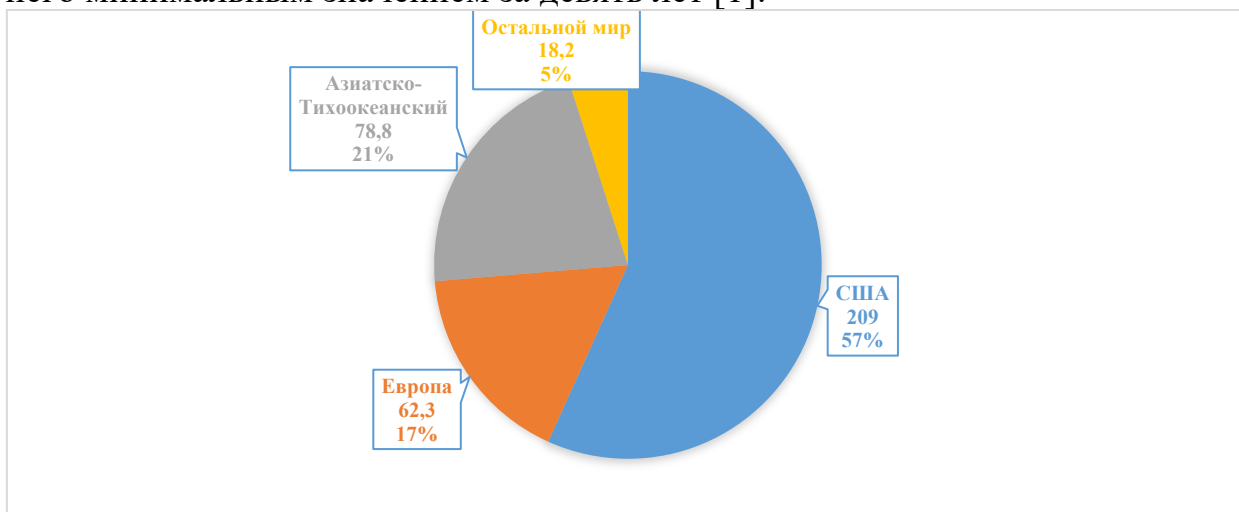


Рис. 2. Распределение венчурных инвестиций по регионам в 2024 г., млрд долл.

Источник: составлено автором по данным [1]

Fig. 2. Distribution of venture investments by region in 2024, billions of dollars

Source: compiled by the author based on [1]

По данным Research and Markets [3], глобальный рынок циркулярной экономики в 2024 году оценивался примерно в 463 млрд долл. против 324 млрд долл. в 2019-м, что соответствует среднегодовому росту около 7,8%. К 2029 году объём рынка ЭЗЦ прогнозируется на уровне 793 млрд долл., а к 2034 году - около 1,34 трлн долл. при устойчивом ежегодном росте порядка 11%.

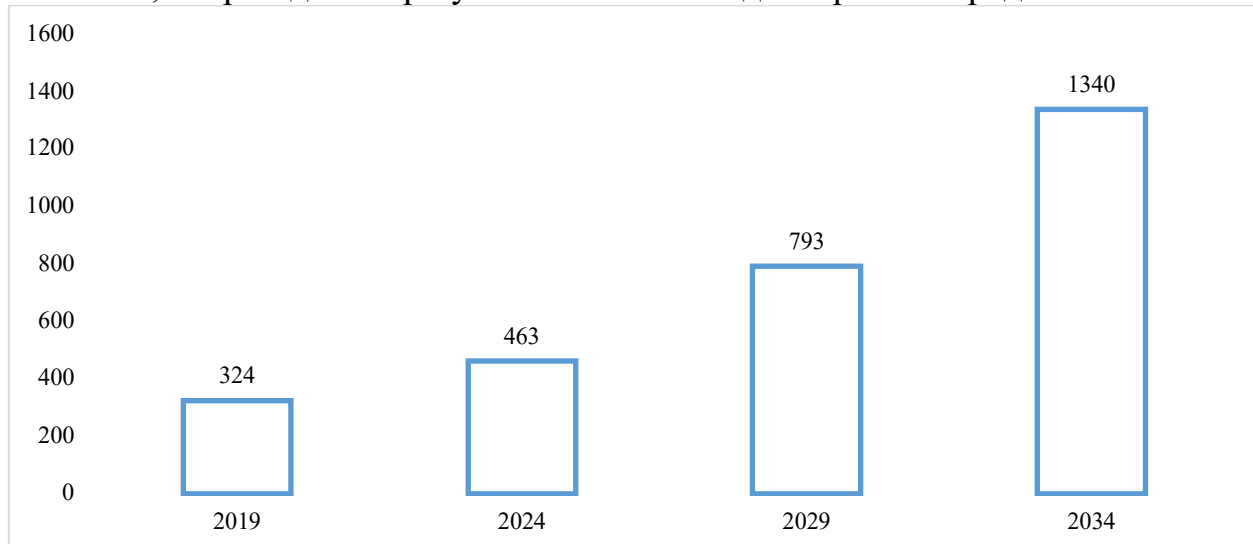


Рис. 3. Текущий и прогнозируемый глобальный рынок циркулярной экономики в 2024–2034 гг., млрд долл.

Источник: составлено автором по данным [3]

Fig. 3. Current and Projected Global Circular Economy Market in 2024-2034, billions of dollars

Source: compiled by the author based on [3]

Ежегодно в мире потребляется около 100 млрд тонн сырьевых материалов, из которых лишь около 6.9% повторно вовлекается в экономический оборот, причём данный показатель неуклонно снижается: с 9,1% в 2018 году до 7,2% в 2023 году и до 6,9% в 2025 [4].

Согласно глобальному исследованию финансовых потоков в ЭЗЦ Circularity Gap Report Finance [5], подготовленному Circle Economy и KPMG International при поддержке IFC (2025), в 2018–2023 годах бизнес экономики замкнутого цикла привлёк почти 164 млрд долл. Ежегодные инвестиции выросли с 10 млрд долл. в 2018 году до 28 млрд долл. в 2023-м, достигнув максимума 42 млрд долл. в 2021-м. Рост объёмов на 87% во второй половине периода (2021–2023 гг.) по сравнению с 2018–2020 гг. отражает усиление интереса инвесторов, однако доля ЭЗЦ остаётся лишь около 2% от всех отслеживаемых инвестиций, а неспособность превзойти пик 2021 года указывает на ослабление динамики.

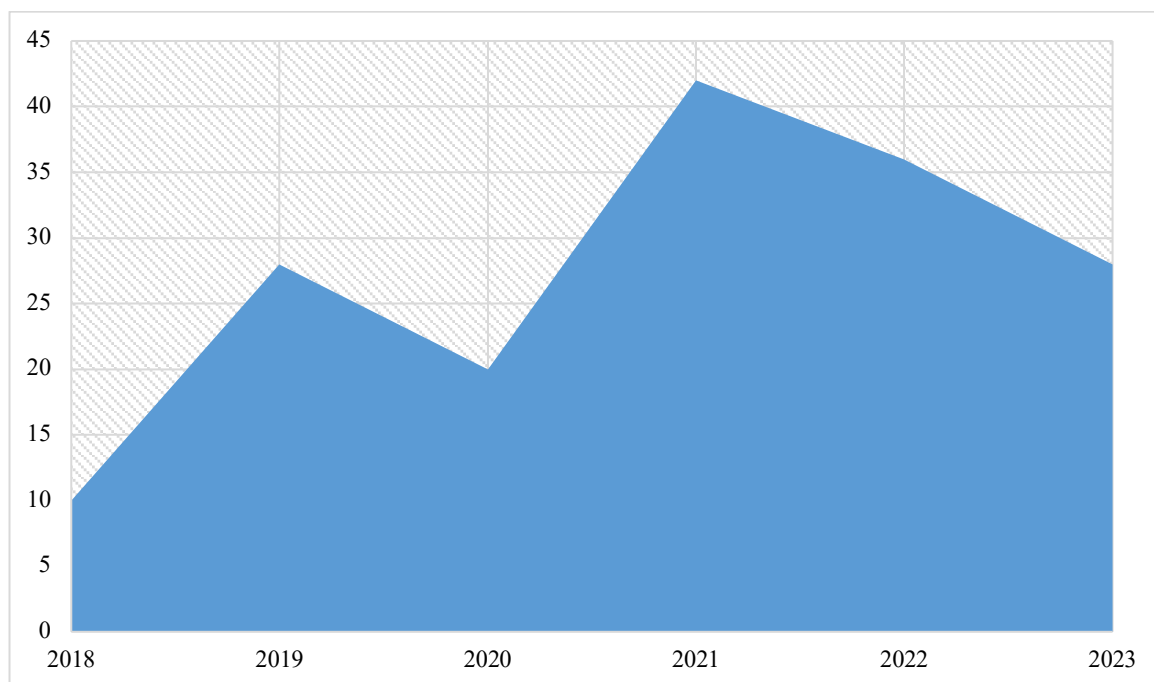


Рис. 4. Инвестиции в экономику замкнутого цикла в 2018–2023 гг., млрд долл.

Источник: составлено автором по данным [5]

Fig. 4. Investments in the circular economy in 2018–2023, billions of dollars

Source: compiled by the author based on [5]

Среднегодовые показатели распределяются по типам инвесторов следующим образом:

Таблица 1

Распределение среднегодовых инвестиций по типам инвесторов в 2018–2023 гг.

Table 1

Distribution of average annual investments by investor types in 2018–2023

Тип инвестора	Средний годовой объём млрд. долл.	Доля в общем объёме
Банки (долговое финансирование)	10,6	~ 39%
Государство	2,64	~ 9.5%
DFIs - учреждения финансирования развития	3,22	~ 12 %
Частный акционерный капитал (PE)	3,24	~ 12%
Управляющие активами и институциональные инвесторы	2,36	~ 9%
Инвестиционные банки	1,9	~ 7%
Венчурный капитал (VC) + ангельские инв.	1,7	~ 7%
Остальные	1,5	~ 6%

Источник: составлено автором по данным [5]

Source: compiled by the author based on [5]

Банки остаются ключевым источником финансирования экономики замкнутого цикла: на них приходится около 46% инвестиций (39% – коммерческие, 7% – инвестиционные банки). Публичные средства государств и институтов развития составляют примерно 5,9 млрд долл., или 22% общего объёма. Доля венчурного капитала невелика – около 7% финансирования, но по числу операций он лидирует: порядка 1000 сделок за шесть лет, то есть около половины всех раскрытых долевыми сделками в секторе [5, с. 33]. Такое сочетание большого числа сделок с относительно малым объёмом инвестиций показывает, что венчурные фонды всё ещё лишь тестируют этот рынок. Если сравнить с данными графика 1 по объёму всех венчурных инвестиций за 2023г. (~ 350 млрд. долл.), то на долю проектов экономики замкнутого цикла (1.7 млрд долл.) выходит менее 1% венчурного финансирования.

Крупнейшим региональным рынком циркулярных инвестиций является Европа: в 2018–2023 годах она в среднем привлекала около 15,5 млрд долл. в год (57% совокупного объёма). За ней следуют Северная Америка с 5,8 млрд долл. (21%) и Азия с 3,6 млрд долл. (13%), тогда как оставшаяся часть инвестиций приходится на Океанию, Африку и страны Южной и Центральной Америки.

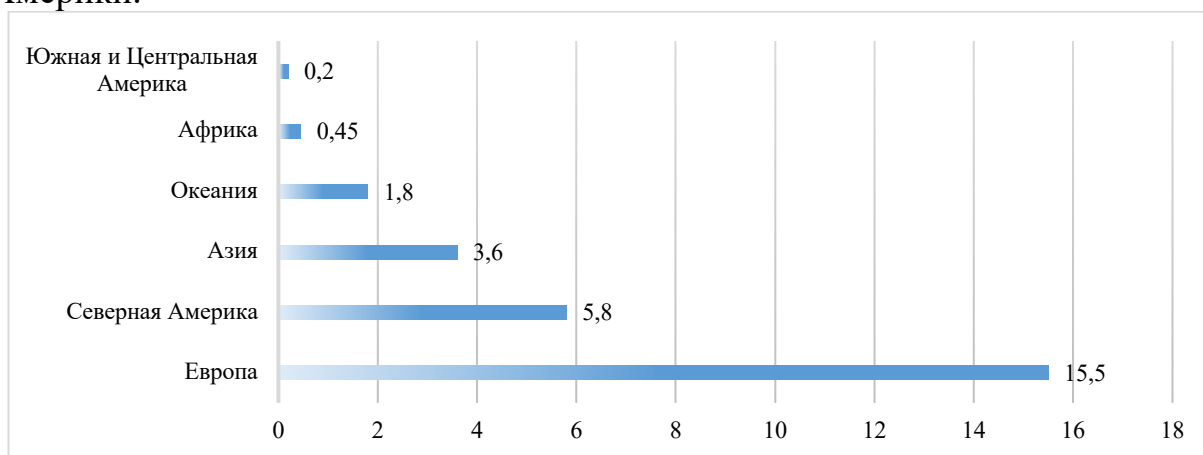


Рис. 5. Среднегодовые инвестиции в компании, вовлеченные в ЭЗЦ по регионам мира в 2018–2023 гг., млрд долл.

Источник: составлено автором по данным [5]

Fig. 5. Average annual investments in companies involved in the CE by region of the world (2018-2023) billions of dollars

Source: compiled by the author based on [5]

В 2023–2024 годах наибольшие объёмы финансирования приходились на аккумуляторы и электромобили, строительные материалы, а также продовольственный и биоресурсный сектор. В упаковочной отрасли в первой половине 2024 года был достигнут рекорд – 417 млн евро инвестиций, при этом в первичной упаковке усиливается интерес к компостируемым, биоразлагаемым и многократным решениям.

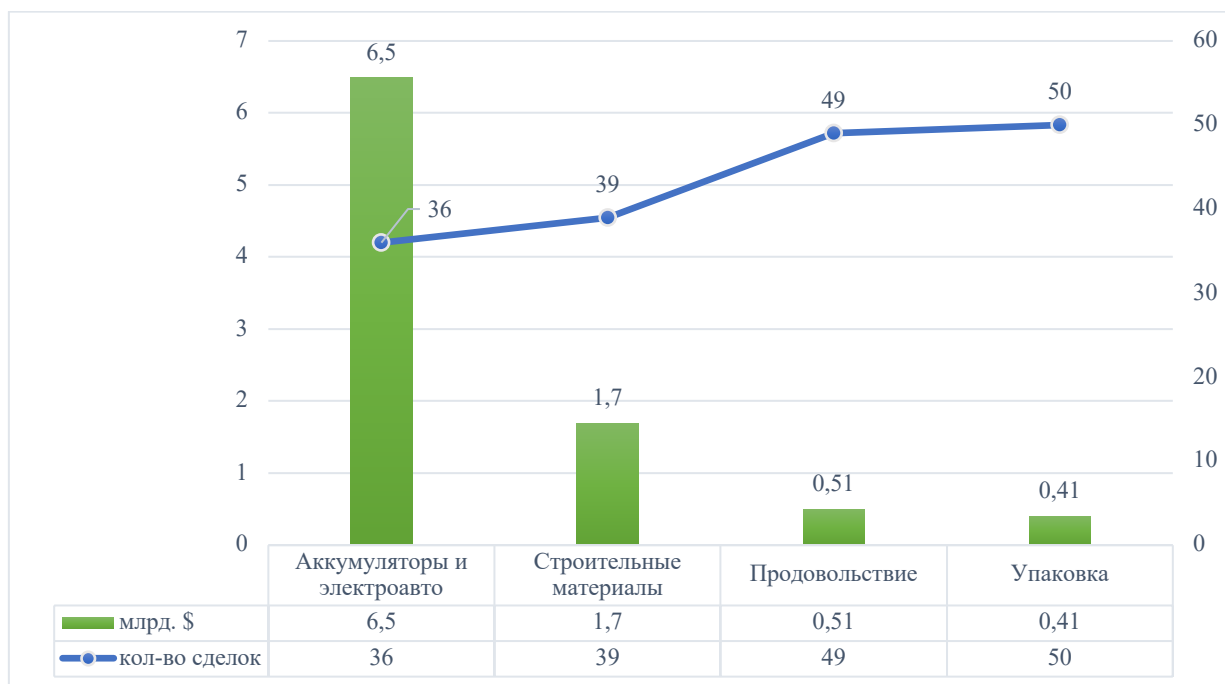


Рис. 6. Распределение инвестиций по секторам в Европе (первое полугодие 2024)

Источник: составлено автором по данным [6]

Fig. 6. Distribution of investments by sector in Europe (first half of 2024)

Source: compiled by the author based on [6]

Рынок циркулярных инвестиций растёт, но средства в основном направляются в «нисходящие» решения – переработку, перепродажу, ремонт и другие модели работы с уже возникшими отходами, на которые приходится около 92% инвестиций. Эти направления понятны инвесторам и обеспечивают более предсказуемый денежный поток, однако действительно трансформационные «восходящие» решения – циркулярный дизайн продуктов, инновационные материалы, регенеративное производство – получают лишь примерно 8% финансирования [5, с. 38] и остаются хронически недофинансированными, что обнажает конфликт между краткосрочной логикой венчурного капитала и долгосрочной повесткой циркулярной экономики.

Ключевым драйвером, особенно в Европе, выступает регуляторная среда: таксономия устойчивого финансирования ЕС включает переход к циркулярной экономике в число приоритетных экологических целей [7], а инструменты расширенной ответственности производителей, «зелёные» госзакупки и стандарты эко-дизайна формируют спрос на циркулярные бизнес-модели. Дополнительно регламент SFDR и закреплённая в его рамках типология фондов (статьи 6/8/9) повышают прозрачность устойчивых финансовых продуктов и помогают инвесторам идентифицировать фонды с высоким уровнем экологической и социальной амбиции [8].

Несмотря на это, венчурный рынок ЭЗЦ сталкивается с рядом системных ограничений. Лишь небольшая часть инвесторов прямо рассматривает циркулярность как самостоятельный инвестиционный приоритет, большинство же оценивает такие проекты в рамках привычных «линейных» критериев, что занижает их потенциальную ценность [9, с.4]. Сохраняется и несоответствие инвестиционных горизонтов: венчурные фонды ориентированы на 5–7 лет и быстрый выход, тогда как многие циркулярные модели (инфраструктура замкнутых цепочек поставок, расширенная переработка и др.) требуют более длительного периода окупаемости и устойчивой поддержки.

Отдельная проблема – оценка стоимости и эффектов. Инвесторы располагают ограниченным набором инструментов для учёта долгосрочных экологических и социальных эффектов, системной ценности циркулярных моделей и вторичных рынков круговых активов. Классические финансовые подходы, основанные на дисконтировании денежных потоков, слабо отражают специфику активов ЭЗЦ, чья ценность формируется за счёт повторного использования и высокой долговечности.

Серьёзным препятствием остаётся конкуренция с линейными бизнес-моделями: крупные компании пользуются эффектом масштаба и устойчивыми рыночными позициями. Во многих отраслях субсидии на первичное сырьё и низкие цены на него снижают ценовую привлекательность вторичных материалов. Исследование 70 циркулярных стартапов [10] показало, что ключевые трудности при создании таких моделей связаны именно с системными барьерами – отсутствием развитых рынков вторичного сырья и сопротивлением клиентов изменению

Регуляторная фрагментация лишь усугубляет ситуацию: разнородные классификации отходов, продуктовые стандарты и разрешительные процедуры часто не учитывают логики повторного использования и регенеративных циклов. Отсутствие согласованных глобальных требований к раскрытию информации о циркулярности повышает риск «зелёного камуфляжа» и затрудняет инвесторам оценку реального вклада проектов в переход к экономике замкнутого цикла [11].

Заключение

Исследование показало, что к 2023 году лишь около 1% венчурных инвестиций направлялось в проекты экономики замкнутого цикла, тогда как основную долю финансирования ЭЗЦ (примерно 40%) обеспечивают банковские долговые инструменты. При этом венчурный капитал, оставаясь лидером по числу сделок, значительно уступает по их совокупному объёму.

Выделяются три ключевые проблемы венчурного финансирования проектов экономики замкнутого цикла:

Во-первых, наблюдается фундаментальное несоответствие инвестиционных горизонтов: венчурные фонды ориентируются



преимущественно на период 5–7 лет, тогда как формирование циркулярной инфраструктуры предполагает более длительный цикл окупаемости.

Во-вторых, фиксируется структурный дисбаланс распределения капитала в пользу downstream-решений (около 92% совокупного объема инвестиций) при крайне ограниченном объеме ресурсов, направляемых на upstream-инновации – круговое проектирование продуктов и регенеративные производственные практики (порядка 8%).

В-третьих, сохраняются устойчивые конкурентные преимущества линейных бизнес-моделей, обусловленные эффектом масштаба, действующими режимами субсидирования и уже сложившейся инфраструктурой.

Проведенный анализ не только описывает текущее состояние рынка, но и демонстрирует системный характер выявленных дисбалансов: при отсутствии пересмотра методологических подходов к оценке циркулярных активов со стороны венчурных инвесторов и при недостаточной согласованности регуляторных стимулов на уровне государств данный сегмент, по-видимому, сохранит статус хронически недофинансированного нишевого направления, неспособного обеспечить переход к по-настоящему циркулярной экономике.

Литература

1. KPMG Venture Pulse Q4 2024: Global analysis of venture funding/ KPMG Private Enterprise. URL: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/sa/pdf/2025/venture-pulse-q4-2024.pdf>.
2. Q4'25 Venture Pulse Report – Global trends/ KPMG Private Enterprise. URL: <https://kpmg.com/sg/en/insights/financial-services/venture-pulse-q4-2025.html>.
3. Circular Economy Global Market Opportunities and Strategies: отчет / Research and Markets. Dublin, 2025. 384 p.
4. Circle Economy. The Circularity Gap Report. Amsterdam: Circle Economy, 2025. 73 с. URL: <https://www.circle-economy.com/resources/the-circularity-gap-report-2025>.
5. Circularity Gap Report Finance / Circle Economy, KPMG International, International Finance Corporation. Amsterdam: Circle Economy Foundation, 2025. 84 p.
6. Net Zero Insights / TheCircularLab-Ecoembes. Circular Startup Funding in Europe. 2024. 30 p. URL: <https://radar.thecircularlab.com/wp-content/uploads/2024/06/Circular-Startup-Funding-in-Europe-H1-2024.pdf>.



7. ISS Governance. EU Taxonomy Reporting 2024. URL: <https://www.iss-stoxx.com/insights/articles/2024-eu-taxonomy-reporting-trends-and-data-analysis/>.
8. European Commission. Sustainable Finance Disclosure Regulation (SFDR). 2019. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/2088/oj/eng>.
9. Prevent Waste Alliance. Financing Circularity Part 1: Bridging the Gap. 2025. URL: <https://prevent-waste.net/wp-content/uploads/2025/05/Financing-Circularity-Bridging-the-Gap-Part-1.pdf>.
10. Kanda W., Klofsten M., Bienkowska D., Henry M., Hjelm, O. Challenges of circular new ventures: An empirical analysis of 70 cases // Journal of Cleaner Production. 2024. Vol. 442. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141103>.
11. Kirchherr J., Piscicelli L., Bour R., Kostense-Smit E., Muller J., Huibrechtse-Truijens A., Hekkert M. Barriers to the Circular Economy: Evidence From the European Union (EU) // Ecological Economics. 2018. Vol. 150. P.264–272. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.028>.

References

1. KPMG Private Enterprise. (2025). Venture Pulse Q4 2024: Global Analysis of Venture Funding. Retrieved from: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/sa/pdf/2025/venture-pulse-q4-2024.pdf>. (In Eng.).
2. KPMG Private Enterprise. (2026). Q4'25 Venture Pulse Report: Global Trends. Retrieved from: <https://kpmg.com/sg/en/insights/financial-services/venture-pulse-q4-2025.html>. (In Eng.).
3. Research and Markets. (2025). Circular Economy Global Market Opportunities and Strategies. Dublin: Research and Markets. 384 p. (In Eng.).
4. Circle Economy. (2025). The Circularity Gap Report 2025. Amsterdam: Circle Economy. 73 p. Retrieved from: <https://www.circle-economy.com/resources/the-circularity-gap-report-2025>. (In Eng.).
5. Circle Economy, KPMG International, International Finance Corporation. (2025). Circularity Gap Report Finance. Amsterdam: Circle Economy Foundation. 84 p. (In Eng.).
6. Net Zero Insights, TheCircularLab-Ecoembes. (2024). Circular Startup Funding in Europe. 30 p. Retrieved from: <https://radar.thecircularlab.com/wp-content/uploads/2024/06/Circular-Startup-Funding-in-Europe-H1-2024.pdf>. (In Eng.).
7. ISS Governance. (2024). EU Taxonomy Reporting 2024. Retrieved from: <https://www.iss-stoxx.com/insights/articles/2024-eu-taxonomy-reporting-trends-and-data-analysis/>. (In Eng.).



8. European Commission. (2019). Sustainable Finance Disclosure Regulation (SFDR). Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/2088/oj/eng>. (In Eng.).
9. Prevent Waste Alliance. (2025). Financing Circularity. Part 1: Bridging the Gap. Retrieved from: <https://prevent-waste.net/wp-content/uploads/2025/05/Financing-Circularity-Bridging-the-Gap-Part-1.pdf>. (In Eng.).
10. Kanda W., Klofsten M., Bienkowska D., Henry M., Hjelm O. (2024). Challenges of circular new ventures: An empirical analysis of 70 cases. *Journal of Cleaner Production*, 442, 141103. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141103>. (In Eng.).
11. Kirchherr J., Piscicelli L., Bour R., Kostense-Smit E., Muller J., Huibrechtse-Truijens A., Hekkert M. (2018). Barriers to the circular economy: Evidence from the European Union (EU). *Ecological Economics*, 150, 264–272. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.028>. (In Eng.).

© Овинкин М.В., 2026

