

УДК 338.7  
JEL Q45

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ

**Кондратенко Любовь Александровна**

*Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия*

*e-mail: lyuba.kondratenko.01@mail.ru; SPIN-код: нет; ORCID: 0009-0002-5224-9679*

**Аннотация:** Представлен комплексный анализ подходов к проектированию жизненного цикла текстильной продукции в контексте циркулярной экономики. На основе материалов фонда Ellen MacArthur раскрыта проблематика линейной модели производства, характеризующейся высоким уровнем отходов, низкой степенью переработки и быстрым сокращением срока эксплуатации изделий. Подробно рассмотрена концепция Make Fashion Circular, включающая продление срока службы продукции, проектирование для переработки и формирование систем циркуляции материалов. Особое внимание уделено цифровым инструментам циркулярного проектирования, включая цифровые паспорта изделий, блокчейн-решения и технологии маркировки тканей. Показано, что цифровая прослеживаемость выступает ключевым механизмом прозрачности и эффективности жизненного цикла. Проанализированы барьеры внедрения циркулярных моделей — отсутствие стандартов, ограничения инфраструктуры сортировки, сложность переработки смесевых тканей и низкая мотивация производителей и потребителей. На основе рекомендаций EMF представлены стратегические направления развития текстильной отрасли, ориентированные на устойчивые модели производства, переработки и повторного использования материалов.

**Ключевые слова:** циркулярная экономика; текстильная промышленность; жизненный цикл продукции; цифровая прослеживаемость; цифровой паспорт изделия; блокчейн; сортировка текстиля; переработка волокон; устойчивое производство.

## DESIGNING THE LIFE CYCLE OF TEXTILE PRODUCTS BASED ON CIRCULAR ECONOMY PRINCIPLES

**Kondratenko Lyubov Alexandrovna**

*Kuban State University, Krasnodar, Russia,*

*e-mail lyuba.kondratenko.01@mail.ru; SPIN-code: none; ORCID: 0009-0002-5224-9679*

**Abstract:** This paper presents a comprehensive analysis of approaches to textile lifecycle design in the context of a circular economy. Drawing on materials from the Ellen MacArthur Foundation, it explores the challenges of the linear production model, characterized by high levels of waste, low recycling rates, and rapidly declining product lifespans. The Make Fashion Circular concept, which encompasses product life extension, design for recycling, and the development of material circulation systems, is examined in detail. Particular attention is paid to digital tools for circular design, including digital product passports, blockchain solutions, and fabric labeling technologies. It is shown that digital traceability is a key mechanism for lifecycle transparency and efficiency. Barriers to the

implementation of circular models are analyzed, including a lack of standards, limitations in sorting infrastructure, the difficulty of recycling blended fabrics, and low motivation for producers and consumers. Based on EMF recommendations, strategic directions for the development of the textile industry are presented, focused on sustainable models of production, recycling, and reuse of materials.

**Keywords:** Circular economy; textile industry; product life cycle; digital traceability; digital product passport; blockchain; textile sorting; fiber recycling; sustainable production

**Введение.** В условиях стремительного развития текстильной промышленности, сопровождающегося увеличением объемов производства, вопросы перехода к устойчивым моделям функционирования приобретают первостепенное значение [1]. Ведущие мировые исследовательские центры подчеркивают необходимость формирования циркулярных систем, где материалы и изделия сохраняют свою ценность максимально длительный период времени.

Линейная модель «взять – произвести – выбросить», доминирующая в индустрии моды, считается одной из наиболее ресурсозатратных и экологически неблагоприятных моделей производства. Ежегодно мировая экономика производит свыше 100 млрд единиц одежды, и большая их часть утрачивает свою ценность уже в первые месяцы использования. По данным Ellen MacArthur Foundation, более 73% текстильной продукции отправляется на полигоны или подвергается сжиганию, при этом менее 1% материалов возвращается в замкнутый цикл и становится частью новых изделий. Это означает, что ежегодно теряются материалы, стоимость которых превышает 500 млрд долларов. Данная статистика демонстрирует критическую неэффективность текущей модели производства и побуждает к поиску альтернативных решений [2].

Особое внимание уделяют тому, что средняя продолжительность эксплуатации одежды сокращается. За последние 15 лет количество использований одного изделия уменьшилось более чем на треть. Это усиливает нагрузку на сырьевые ресурсы и повышает зависимость отрасли от первичных материалов. Кроме того, текстильные отходы часто содержат комбинации синтетических и природных волокон, что делает процессы переработки более сложными и дорогостоящими. Параллельно с этим развиваются процессы микропластиковой контаминации водных ресурсов, что добавляет новые экологические вызовы.

Одним из ключевых направлений деятельности фонда является инициатива Make Fashion Circular, нацеленная на создание системного подхода к циркулярности в модной индустрии. В основе инициативы заложены три фундаментальных принципа циркулярного проектирования: создание изделий, которые используются дольше, проектирование продукции для переработки и формирование систем циркуляции материалов [3].

К первому принципу относятся аспекты долговечности материалов, ремонтопригодности конструкции, возможность повторного использования, перепродажи, сдачи в аренду и участия в сервисных моделях. EMF подчёркивает, что продление жизненного цикла изделия всего на 9–12 месяцев позволяет снизить его углеродный след почти на 30%. Проектирование продукции для переработки

предполагает ориентир на использование моно-материалов, исключение трудно перерабатываемых комбинаций (например, хлопок+полиэстер), стандартизацию состава тканей, маркировку волокон, отказ от kleевых соединений, усложняющих переработку. Последний принцип включает организацию инфраструктуры раздельного сбора, сортировочных центров, системы реверсивной логистики, цифровых паспортов изделий и автоматизированных систем отслеживания состава и состояния материалов.

Данная концепция предполагает рассмотрение жизненного цикла в контексте полной системной интеграции указанной на рисунке 1.



**Рис. 1** Этапы жизненного цикла в контексте полной системной интеграции.

Источник: составлено автором по материалам Ellen MacArthur Foundation [4]

На последнем этапе выделяют цифровую прослеживаемость как центральный элемент завершения цикла экономики, поскольку именно информация о составе, происхождении и жизненном пути текстильного изделия определяет возможность его повторного использования, ремонта и последующей переработки. По данным фонда, отсутствие прозрачности цепочек поставок и достоверных данных о материалах является одним из ключевых барьеров для создания замкнутых циклов. Большинство

изделий сегодня представляют собой сложные смеси волокон, а данные о составе часто теряются или недоступны переработчикам, что делает невозможным эффективную сортировку и определение подходящей технологии переработки. Цифровая прослеживаемость обеспечивает доступ к этим данным на каждом этапе жизненного цикла изделия и позволяет соединить разрозненные звенья цепочки поставок в единую информационную систему. Также ценность цифровой прослеживаемости подтверждается и российскими исследованиями, где подчеркивается, что цифровые технологии становятся ключевым инструментом повышения устойчивости промышленных предприятий и позволяют формировать более прозрачные и управляемые ресурсные потоки [5].

Ключевым инструментом является цифровой паспорт изделия (Digital Product Passport). Он представляет собой структурированный набор данных о составе волокон, происхождении сырья, характеристиках производства, наличии химических веществ, условиях эксплуатации и пригодности к переработке. Паспорт позволяет фиксировать историю изделия — ремонты, циклы использования, перемещения по сервисам аренды или перепродажи. Эта информация способствует продлению срока службы вещи, поскольку обеспечивает доступ к сервисам по ремонту и повторному использованию. Кроме того, цифровой паспорт играет решающую роль на стадии сортировки текстильных отходов: переработчик получает точные сведения о составе волокон и может принять решение о направлении изделия в механическую или химическую переработку либо предложить альтернативный путь циркуляции материалов.

Важную роль в формировании цифровой прослеживаемости играют блокчейн-системы, используемые для фиксации перемещения сырья и полуфабрикатов между производителями, поставщиками, логистическими операторами и брендами. Блокчейн обеспечивает неизменяемость данных и предотвращает потерю информации в процессе циркуляции материалов. Это особенно важно при работе с ценными или экологически чувствительными материалами, например, органическим хлопком или вторичным полиэстером. Технология позволяет подтвердить подлинность происхождения волокна, исключить подмену партии и обеспечить доверие всех участников цепочки поставок к полученным данным.

По оценкам внедрение цифровой прослеживаемости способно увеличить долю переработки текстиля с менее чем одного процента до 4–5%, улучшить качество вторичного сырья, снизить углеродный след за счёт уменьшения использования первичных материалов и создать условия для развития устойчивых сервисных моделей. Фонд подчёркивает, что цифровая прослеживаемость не является отдельной технологией, но представляет собой информационный каркас, который объединяет проектирование, производство, эксплуатацию и переработку в единую систему циркулярного управления материалами.

Несмотря на высокую значимость цифровой прослеживаемости для формирования замкнутых циклов обращения текстильных материалов, её внедрение ограничено рядом объективных барьеров. Прежде всего, к числу ключевых препятствий относится отсутствие единых стандартов цифровых данных [6]. Большинство брендов, поставщиков и фабрик используют разные форматы описания материалов, методы фиксации состава тканей и разные способы маркировки, что делает невозможным создание единой информационной системы. Отсутствие

согласованных требований к цифровым паспортам изделий затрудняет обмен данными и приводит к тому, что переработчики не могут оперативно получить достоверные сведения о составе изделия и его пригодности к переработке.

Вторым значимым барьером является технологическая сложность переработки смесовых материалов, которые составляют большую часть современной одежды. Даже имея цифровую информацию о составе, переработчики часто ограничены доступностью соответствующих технологий. Цифровая прослеживаемость не может решить эти проблемы напрямую: она предоставляет данные, но технологии переработки должны быть способны использовать эти данные эффективно. Таким образом, цифровизация и технологическое обновление отрасли должны развиваться параллельно.

Отдельную группу барьеров составляет недостаточно развитая инфраструктура сортировки и реверсивной логистики. Российские исследования также фиксируют ограниченность инфраструктуры и низкий уровень цифровой зрелости предприятий как ключевые препятствия для внедрения циркулярных моделей, что подтверждает системный характер проблем перехода к устойчивому производству [7].



**Рис. 2** Классификация барьеров внедрения циркулярной экономики в текстильной промышленности. Источник: составлено автором.

Информация о составе одежды не играет роли, если у системы нет возможностей для её физического возврата, сортировки и перераспределения. В ряде стран отсутствуют центры сортировки, способные использовать цифровые системы маркировки и NIR-сканирование, что делает цифровые инструменты малоэффективными. Это приводит к тому, что даже те изделия, которые технически пригодны для переработки, продолжают попадать на свалки из-за отсутствия материально-технической базы.

Существенным барьером является недостаточная поддержка со стороны государства. В большинстве стран отсутствуют законы, обязывающие производителей раскрывать состав материала, указывать происхождение волокон или обеспечивать цифровую прослеживаемость. Без нормативной базы цифровые инструменты остаются добровольной инициативой отдельных компаний, что ограничивает масштаб их внедрения. Также отмечают, что барьером является, что в современной экономической модели экологические ценности второстепенны [8].

Индустрия моды ежегодно теряет сотни миллиардов долларов из-за потери материалов. Переход к циркулярности способен не только решить проблему накопления отходов, но и обеспечить финансовую устойчивость отрасли. Внедрение моделей аренды, подписки, многократного использования позволяет сформировать новые направления бизнеса. Использование вторичного сырья снижает зависимость от первичных ресурсов и уменьшает воздействие на окружающую среду.

Переход к циркулярной модели жизненного цикла текстильной продукции является основой устойчивого развития отрасли. Внедрение подходов фонда формирует инновационные возможности для производителей, развивает рынок переработки и создает основу для экологически ответственного потребления.

В ходе анализа материалов Ellen MacArthur Foundation установлено, что циркулярная экономика формирует фундаментальную концептуальную основу для проектирования жизненного цикла текстильной продукции [9]. Выявлено, что переход к циркулярным моделям позволяет одновременно снижать экологическое воздействие, повышать ресурсную эффективность и открывать новые экономические модели для индустрии моды. Ключевыми направлениями трансформации являются: проектирование изделий для длительного использования, обеспечение ремонтопригодности и модульности конструкций, применение материалов, пригодных для высококачественной переработки, и формирование систем реверсивной логистики.

Линейная модель производства текстильной продукции демонстрирует крайнюю неэффективность как с точки зрения использования ресурсов, так и с точки зрения экологического воздействия. Каждый год в мире производят более 100 млрд единиц одежды, при этом каждая секунда эквивалент грузовика текстильных изделий отправляется на свалки или сжигается. Этот показатель демонстрирует скорость накопления отходов в отрасли и несоответствие между объемами производства и возможностями их последующей переработки. Снижение продолжительности эксплуатации изделий приводит к резкому росту потребления ресурсов, поскольку сокращается цикл между покупкой и утилизацией товара. В совокупности это формирует необходимость перехода от модели быстрого потребления (fast fashion) к

моделям длительного, ответственного и ресурсосберегающего использования материалов.

В рамках инициативы Make Fashion Circular фонд выделяет ряд расширенных требований к проектированию изделий. Эти требования предназначены для того, чтобы бренды, производители и переработчики могли формировать единый архитектурный подход к созданию текстильной продукции. Фонд подчёркивает необходимость разработки изделий, предназначенных для длительного использования, и рекомендует использовать высокопрочные волокна, а также технологические приёмы, обеспечивающие ремонтопригодность. Практические рекомендации включают стандартизацию швов, креплений, фурнитуры и создание модульных конструкций. Фонд делает акцент на необходимости перехода к mono-material design — создания изделий из одного типа волокна или материалов, которые легко разделяются в процессе переработки. Особое внимание уделяется проблеме смесовых тканей, составляющих до 65% объёмов глобального производства. Эти ткани сложно перерабатывать из-за различий в химической структуре волокон.

Предлагается также развивать инфраструктуру реверсивной логистики, создавать пункты сбора и сортировки текстильных отходов, внедрять цифровые паспорта изделий и системы автоматической классификации материалов. Эти меры позволяют замыкать цикл и повышать качество вторичного сырья [10].

Одним из наиболее успешных проектов EMF является инициатива The Jeans Redesign, в рамках которой компании-производители джинсовой одежды обязуются соблюдать стандарты циркулярного проектирования. Проект стартовал в 2019 году и объединил ряд крупных брендов, включая H&M, Lee, Wrangler, Gap и другие. Цель проекта — создать джинсы, которые: служат дольше, легко поддаются ремонту, содержат не менее 98% моно-материала, не включают трудно перерабатываемую фурнитуру, имеют цифровые или физические метки состава.

По данным EMF, за 2020–2023 годы проект показал, что 70% участников смогли увеличить долю перерабатываемых изделий, а 55% внедрили процессы технической переработки хлопка. Этот кейс демонстрирует, что стандарты циркулярного проектирования могут быть внедрены даже в крупных международных компаниях при наличии мотивации и координации действий [11].

В России внедрение принципов циркулярной экономики находится на стадии формирования. Анализ российских и международных исследований показывает, что в стране постепенно формируется нормативная и институциональная основа для циркулярных преобразований: развивается система расширенной ответственности производителей, создаются программы по снижению отходов, повышается внимание к ресурсосбережению и экологическому эффекту технологических решений. Однако, несмотря на наличие отдельных инициатив, внедрение циркулярных подходов в промышленности, включая текстильный сектор, остаётся фрагментарным и неравномерным.

К основным ограничениям относятся недостаточно развитая инфраструктура раздельного сбора и сортировки, низкий уровень цифровизации ресурсных потоков, отсутствие стандартов качества вторичного сырья, а также слабая интеграция сервисных моделей, таких как ремонт, аренда, перепродажа и промышленные схемы возврата продукции [12]. Это формирует разрыв между стратегическими целями

устойчивого развития и реальной практикой предприятий. При этом исследования показывают, что именно комплексная цифровизация и прослеживаемость материалов — от сырья до утилизации — способны обеспечить основу для функционирования циркулярных моделей. В этом контексте российская промышленность нуждается в развитии цифровой инфраструктуры, совместимых платформ обмена данными и нормативной поддержки внедрения технологий проектирования и переработки [13].

Несмотря на сложности, российская практика демонстрирует позитивные тенденции: появление пилотных проектов по переработке текстиля, рост интереса к экологизации производств, внедрение цифровой маркировки и постепенное развитие сервисных бизнес-моделей. Эти инициативы подтверждают, что циркулярная экономика не только способствует снижению экологического воздействия, но и обеспечивает новые возможности для повышения экономической эффективности предприятий.

Формирование циркулярной экономики в России можно рассматривать как стратегическое направление устойчивого развития, требующее комплексного подхода, институциональной поддержки и системных технологических решений. В отечественной научной литературе цифровая трансформация экологического управления прямо рассматривается как необходимое условие формирования циркулярных цепочек материалов [14]. При наличии интегрированной цифровой инфраструктуры, развитой системы регуляторов и экономически стимулирующих механизмов Россия обладает потенциалом для создания эффективной и конкурентоспособной модели циркулярного производства, соответствующей мировым экологическим трендам.

## **Литература**

1. Ратнер С.В., Иосифов В.В., Ратнер П.Д. Анализ и оценка уровня развития циркулярной экономики в российских регионах // Экономический анализ: теория и практика. 2020. Т. 19. № 2 (497). С. 206-225.
2. Ellen MacArthur Foundation. Circular Economy in Fashion and Textiles. – 2022. – URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org> (дата обращения: 15.11.2025).
3. Make Fashion Circular. Ellen MacArthur Foundation. – URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/fashion/overview> (дата обращения: 15.10.2025).
4. A New Textiles Economy: Redesigning fashion's future. – URL: Make Fashion Circular. Ellen MacArthur Foundation. – URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/fashion/overview> (дата обращения: 15.10.2025).
5. Еремеева О. С., Мочалова Л. А. Промышленность, цифровая и циркулярная экономика: взаимодействие в целях обеспечения устойчивого социо-экологического развития //ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. – 2022. – №. 6. – С. 29-51.
6. Ратнер С. В. Анализ динамики и направлений развития Европейской нормативно-правовой базы в области циркулярной экономики //Друкеровский вестник. – 2021. – №. 2. – С. 23-37.

7. Авилова В. В. Циркулярная экономика как вектор инновационной трансформации бизнес-модели промышленных предприятий //Экономика. Информатика. – 2021. – Т. 48. – №. 3. – С. 446-454.
8. Задорожная, Л. Е., Ратнер С.В. Драйверы экономического роста в циркулярной экономике // Друкеровский вестник. – 2020. – № 1(33). – С. 21-34. – DOI 10.17213/2312-6469-2020-1-21-34.
9. The Jeans Redesign Project. Ellen MacArthur Foundation. – URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org/jeans-redesign> (дата обращения: 15.02.2025).
10. Сыцзя Л., Система оценки эффективности интеллектуальных цепей поставок экологичного текстиля //Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2021. – №. 6 (132). – С. 174-179.
11. Circular Design for Fashion. Ellen MacArthur Foundation. – URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-design-for-fashion> (дата обращения: 15.10.2025).
12. Федотов А. В. Зарубежный опыт организации и стимулирования раздельного сбора и утилизации твердых бытовых отходов на региональном уровне //Вопросы региональной экономики. – 2019. – Т. 4. – №. 41. – С. 54-62
13. Ратнер С.В., Алмастян Н.А. Рыночные и административные методы управления негативным воздействием объектов электроэнергетики на окружающую среду // Экономический анализ: теория и практика. 2015. № 16 (415). С. 2-15.
14. Никитаева А. Ю. Цифровая поддержка различных этапов создания стоимости в циркулярных бизнес-моделях //Российские регионы в фокусе перемен: сборник докладов. Том 1.—Екатеринбург, 2021. – 2022. – С. 151-154.

## References

1. Ratner S.V., Iosifov V.V., Ratner P.D. Analysis and assessment of the level of development of the circular economy in Russian regions // Economic analysis: theory and practice. 2020. Vol. 19. No. 2 (497). Pp. 206-225.
2. Ellen MacArthur Foundation. Circular Economy in Fashion and Textiles. – 2022. – URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org> (accessed: 15.11.2025).
3. Make Fashion Circular. Ellen MacArthur Foundation. – URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/fashion/overview> (accessed: 15.10.2025).
4. A New Textiles Economy: Redesigning fashion's future. – URL: Make Fashion Circular. Ellen MacArthur Foundation. – URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/fashion/overview> (date of access: 15.10.2025).
5. Eremeeva O. S., Mochalova L. A. Industry, digital and circular economy: interaction to ensure sustainable socio-ecological-economic development // STAGE: economic theory, analysis, practice. – 2022. – №. 6. – Pp. 29-51.
6. Ratner S. V. Analysis of the dynamics and directions of development of the European regulatory framework in the field of circular economy // Drucker Bulletin. – 2021. – №. 2. – Pp. 23-37.
7. Avilova V. V. Circular economy as a vector of innovative transformation of the business model of industrial enterprises // Economics. Informatics. – 2021. – Vol. 48. – №. 3. – Pp. 446-454.
8. Zadorozhnaya, L. E. Drivers of Economic Growth in a Circular Economy / L. E. Zadorozhnaya, S. V. Ratner // Drucker Bulletin. – 2020. – №. 1(33). – Pp. 21-34. – DOI 10.17213/2312-6469-2020-1-21-34. – EDN ALHHXN.

9. The Jeans Redesign Project. Ellen MacArthur Foundation. - URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org/jeans-redesign> (accessed: 15.02.2025).
10. Sijia L., A System for Assessing the Performance of Intelligent Supply Chains for Eco-Friendly Textiles // Bulletin of the Saint Petersburg State University of Economics. - 2021. - No. 6 (132). - P. 174-179.
11. Circular Design for Fashion. Ellen MacArthur Foundation. - URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-design-for-fashion> (accessed: 15.10.2025).
12. Fedotov A. V. Foreign Experience in Organizing and Stimulating Separate Collection and Recycling of Municipal Solid Waste at the Regional Level // Issues of Regional Economics. - 2019. - Vol. 4. - No. 41. - P. 54-62
13. Ratner S.V., Almastyan N.A. Market and Administrative Methods for Managing the Negative Impact of Electric Power Facilities on the Environment // Economic Analysis: Theory and Practice. 2015. No. 16 (415). Pp. 2-15.
14. Nikitaeva A. Yu. Digital Support for Various Stages of Value Creation in Circular Business Models // Russian Regions in the Focus of Change: A Collection of Reports. Vol. 1. - Yekaterinburg, 2021. - 2022. - Pp. 151-154.

*Поступила в редакцию 26 ноября 2025 г.*

*Принята к публикации 15 декабря 2025 г.*