РАЗДЕЛ II. ЭКОНОМИКА

Исследовательская статья

DOI 10.69540/2949-4079.2026.15.48.004 **УДК 658**

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ZERO-WASTE-СТРАТЕГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ: ИНТЕГРАЦИЯ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКИ И ОПЕРАЦИОННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Е.Н. Кучерова, Н.И. Рахимов, Л.Н. Степаненкова

Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, Москва

Аннотация:

Актуальность исследования обусловлена необходимостью преодоления разрыва между декларируемым потенциалом Zero-Waste-стратегий в сфере общественного питания и недостаточной эмпирической обоснованностью их экономической эффективности. Сектор HoReCa характеризуется высокой ресурсоемкостью: до 30 % закупаемого продовольствия превращается в отходы, что ведет к росту затрат на закупки, утилизацию и к упущенной выгоде.

Исследование базируется на систематическом обзоре отечественной и зарубежной научной литературы, сравнительном анализе методологических подходов, а также методах экономико-математического моделирования. В работе построена модель инкрементальных денежных потоков, включающая параметры сокращения отходов, изменения затрат на закупки и утилизацию, дополнительные доходы и экологический эффект. Для оценки эффективности предложены показатели NPV, ROI, BCR, срок окупаемости и индекс эко-эффективности.

Систематизированы теоретические подходы к измерению экономических эффектов циклической экономики в общественном питании. Выявлены существенные различия между российской и зарубежной исследовательскими школами: зарубежные работы опираются на развитую количественную методологию (кейс-стади с расчетом NPV, оптимизационное моделирование, эко-эффективность), тогда как российские исследования носят преимущественно качественный характер. На основе анализа эмпирических данных зарубежных авторов установлено, что внедрение циклических практик позволяет снизить

© Е.Н. Кучерова, Н.И. Рахимов, Л.Н. Степаненкова, 2026

закупочные затраты на 4 %, увеличить прибыль на 3,09 %, а срок окупаемости инвестиций составляет менее года. Разработана классификация Zero-Waste-практик по степени их воздействия на операционные показатели, выделены категории мер, влияющие на себестоимость, операционные расходы и дополнительные доходы. Предложен 6-этапный методический подход (диагностика, идентификация стратегий, моделирование экономического эффекта, интеграция экологического эффекта, анализ чувствительности, формирование рекомендаций), который может служить практическим руководством для предприятий общественного питания. Построена экономико-математическая модель, формализующая процессы образования и сокращения отходов, экономические последствия внедрения стратегий и позволяющая решать задачу выбора оптимального набора мер при бюджетных и операционных ограничениях.

Результаты исследования подтверждают гипотезу о положительном экономическом эффекте Zero-Waste-стратегий при условии корректного выбора мер и учета операционных особенностей предприятия. Разработанный инструментарий создает основу для принятия обоснованных инвестиционных решений в области устойчивого развития. Дальнейшие исследования предполагают апробацию модели на реальных данных российских предприятий различных форматов.

Ключевые слова: Zero-Waste, циклическая экономика, общественное питание, экономическая эффективность, операционный менеджмент, сокращение отходов, NPV, ROI, эко-эффективность

Research article

ECONOMIC EFFICIENCY OF IMPLEMENTING ZERO-WASTE STRATEGIES IN FOOD SERVICE ENTERPRISES: INTEGRATION OF CIRCULAR ECONOMY AND OPERATIONS MANAGEMENT

E.N. Kucherova, N.I. Rakhimov, L.N. Stepanenkova

K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, Moscow

Abstract:

The relevance of the study is due to the need to bridge the gap between the declared potential of Zero-Waste strategies in the food service sector and the insufficient empirical substantiation of their economic efficiency. The HoReCa sector is characterized by high resource intensity: according to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), up to 30 % of purchased food worldwide turns into waste at the preparation and con-

sumption stage, leading to increased procurement costs, waste disposal expenses and lost profits.

The research is based on a systematic review of Russian and international scientific literature, a comparative analysis of methodological approaches, as well as methods of economic and mathematical modeling. The paper constructs a model of incremental cash flows that includes parameters for waste reduction, changes in procurement and disposal costs, additional revenue and environmental effects. To evaluate efficiency, the study proposes indicators such as NPV, ROI, BCR, payback period and the eco-efficiency index.

Theoretical approaches to measuring the economic effects of the circular economy in food service are systematized. Significant differences between Russian and international research schools are identified: international studies rely on a developed quantitative methodology (case studies with NPV calculations, optimization modeling, eco-efficiency), while Russian research is predominantly qualitative in nature. Based on the analysis of empirical data from international authors, it is established that the implementation of circular practices can reduce procurement costs by 4 %, increase profits by 3.09 %, while the payback period of investments is less than one year. A classification of Zero-Waste practices by their degree of impact on operational indicators is developed, identifying categories of measures affecting cost of goods sold, operating expenses and additional revenue. A six-stage methodological approach is proposed (diagnostics, identification of strategies, modeling of economic effect, integration of environmental effect, sensitivity analysis, formulation of recommendations), which can serve as a practical guide for food service enterprises. An economic and mathematical model is constructed that formalizes the processes of waste generation and reduction, the economic consequences of implementing strategies, and allows solving the problem of selecting an optimal set of measures under budgetary and operational constraints.

The results of the study confirm the hypothesis of a positive economic effect of Zero-Waste strategies, provided that measures are correctly selected and the operational characteristics of the enterprise are taken into account. The developed toolkit creates a basis for making informed investment decisions in the field of sustainable development. Further research is expected to focus on testing the model on real data from Russian enterprises of various formats.

Keywords: Zero-Waste, circular economy, food service, economic efficiency, operations management, waste reduction, NPV, ROI, eco-efficiency

Сектор общественного питания (HoReCa) традиционно характеризуется высокой ресурсоемкостью: по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), до 30 % закупаемого

продовольствия в мире превращается в отходы на этапе приготовления и потребления[31]. В России, по данным Российского экологического оператора, на сектор общественного питания приходится до 15 % от общего объема пищевых отходов, что составляет около 1,35 млн т в год[32]. При этом линейная модель «ресурсы — продукт — отходы» ведет к росту затрат на закупки, вывоз мусора и к упущенной выгоде от недоиспользования сырья.

Глобальный тренд на устойчивое развитие и ответственное потребление активно трансформирует индустрию общественного питания. Концепция Zero-Waste («ноль отходов»), подразумевающая проектирование и организацию таких процессов, при которых все материальные ресурсы используются повторно, а образование отходов, отправляемых на полигоны, сводится к нулю, перестает быть маркетинговым исключением и становится конкурентным императивом. В последние годы она активно проникает в практику общественного питания. Концепция предполагает не только сокращение объемов выбрасываемых отходов, но и перепроектирование технологических процессов с целью максимального использования каждой единицы сырья. Однако большинство исследований фокусируется на экологических аспектах, оставляя за рамками количественную оценку экономических эффектов. Без доказанной экономической целесообразности массовое внедрение принципов циклической экономики в индустрии общественного питания остается ограниченным.

Проблема исследования заключается в необходимости разработки и эмпирической верификации методического подхода к оценке экономической эффективности внедрения Zero-Waste-стратегий на предприятиях общественного питания, позволяющего:

— выявить взаимосвязь между применяемыми практиками безотходного производства и изменением операционных показателей (COGS, OPEX, структура доходов);

— определить условия, при которых инвестиции в циклическую экономику обеспечивают положительный финансовый результат;

— сформулировать рекомендации для менеджмента по выбору оптимального набора Zero-Waste-инструментов в зависимости от формата деятельности и масштаба бизнеса.

[31] Food and agriculture Organization of the United Nations. Food loss and food waste / Policy Support and Governance. [Электронный ресурс]: http://www.fao.org/policy-support/policy-themes/food-loss-food-waste/en/

[32] Российский экологический оператор. Доклад о состоянии сферы обращения с твердыми коммунальными отходами в Российской Федерации. М., 2023.

Цель настоящего исследования заключается в разработке и эмпирической верификации методического подхода к оценке экономической эффективности внедрения Zero-Waste-стратегий на предприятиях общественного питания, позволяющего выявить количественное влияние циклических практик на операционные показатели и определить условия рентабельности перехода к безотходной модели.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

— систематизация теоретических подходов к измерению экономических эффектов от внедрения принципов циклической экономики в сфере общественного питания, при этом определяются ключевые факторы влияния на структуру затрат и доходов;

— разработка классификации Zero-Waste-практик по степени их воздействия на операционные показатели (себестоимость, операционные расходы, дополнительные доходы, инвестиционные затраты);

— построение экономико-математической модели, устанавливающей зависимость между уровнем утилизации отходов, масштабом применения циклических практик и ключевыми показателями рентабельности.

Для достижения поставленной цели и решения сформулированных задач в работе применены качественные и количественные методы сбора и анализа данных. Такой подход позволяет не только выявить спектр применяемых Zero-Waste-практик и факторы, влияющие на их внедрение, но и количественно оценить их влияние на финансово-экономические показатели деятельности предприятий общественного питания.

Гипотеза исследования заключается в том, что Zero-Waste-стратегии в общественном питании при правильном выборе мер и учете операционных особенностей могут давать положительный экономический эффект.

Методология исследования состоит в интеграции комплекса методов:

— аналитический обзор международной и российской научной литературы, отраслевых отчетов;

— качественный анализ публикаций в СМИ и блогах, посвященных опыту российских Zero-Waste-инициатив.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью преодоления разрыва между декларируемым потенциалом Zero-Waste-стратегий в сфере общественного питания и недостаточной эмпирической обоснованностью их экономической эффективности.

Анализ научных исследований по данной тематике позволяет сделать вывод о наличии существенного пробела в современном знании: редко встречаются работы, в которых технологические аспекты

переработки отходов и организационно-экономические механизмы их внедрения рассматривались бы в комплексе. Особую значимость приобретает учет влияния управленческих решений на эффективность инвестиций в циклические технологии, что до настоящего времени остается недостаточно изученным направлением.

На основе анализа научной литературы можно выделить несколько групп исследователей, работающих в русле заявленной проблематики. Следует отметить, что комплексных исследований, в полной мере интегрирующих циклическую экономику, операционный менеджмент и количественную оценку экономической эффективности применительно к предприятиям общественного питания, в мировой науке немного, однако имеются значимые работы по отдельным аспектам.

Методологическую основу исследования составили работы Э.Э. Арастяна[33], В.А. Ермолаева[34], Н.Ю. Неретина, М.Ю. Тамовой, И.Н. Пушминой[35].

В рамках зарубежных исследований экономической эффективности внедрения Zero-Waste-стратегий на предприятиях общественного питания можно выделить несколько ключевых направлений:

1. *Кейс-стади и количественная оценка эффекта.* L. Orr и Y. Goossens (2024) на примере корпоративных столовых эмпирически подтвердили положительную чистую приведенную стоимость и коэффициент выгоды/затраты (>1) при внедрении 7 мер сокращения отходов; совокупная экономия за 6 месяцев превысила 15500 евро. Джорджтаунский университет (2025) оценил ежегодные потери индустрии США от фронтальных отходов в 162 млрд долл. и обосновал экономическую эффективность гибкого порционирования[36].

---

[33] *Асатрян Э.Э.* Устойчивые модели снабжения ресторанов: сокращение пищевых потерь и углеродного следа в B2B-поставках продуктов питания // Актуальные исследования. 2025. № 27 (262). Ч. I. С. 50—55. [Электронный ресурс]: https://apni.ru/article/12626-ustojchivye-modeli-snabzheniya-restoranov-sokrashenie-pishevyh-poter-i-uglerodnogo-sleda-v-b2b-postavkah-produktov-pitaniya

[34] *Filimonau V., Ermolaev V.A.* A sleeping giant? Food waste in the foodservice sector of Russia // Journal of Cleaner Production. 2021. № 297. P. 126705.

[35] *Неретин Н.Ю., Тамова М.Ю., Пушмина И.Н.* Внедрение экологического производства на предприятиях общественного питания: Тезисы доклада // Инновации в индустрии питания и сервисе. Сб. материалов V Международной научно-практической конференции. Краснодар, 2022. С. 67—69.

[36] *Orr L., Goossens Y.* Trimming the plate: A comprehensive case study on effective food waste reduction strategies in corporate canteens [Сокращая тарелку: комплексное кейс-исследование эффективных стратегий сокращения пищевых отходов в корпоративных столовых] // Sustainability. 2024. Vol. 16. № 2. P. 785.

2. *Оптимизационное моделирование.* Работа, представленная на Optimization Online (2025), формализует задачу минимизации закупочных затрат за счет повторного использования остатков ингредиентов; применение модели на реальных данных позволило снизить закупочные расходы на 4 %[37].

3. *Методология эко-эффективности.* J. Lévesque с соавторами (2024) впервые применили концепцию эко-эффективности к ресторанному сектору, разработав инструмент ранжирования мер по критерию «экологическая выгода на единицу затрат»; показано, что наибольший экономический эффект дает сокращение отходов дорогостоящих продуктов[38].

4. *Систематический обзор.* K. Toopthong (2025) систематизировал данные о влиянии зеленых практик на экономические показатели, констатировав положительную рентабельность инвестиций для технологических решений при недостаточной стандартизации методов оценки[39].

5. *Инвестиционные модели.* В исследовании, опубликованном в British Food Journal (2025), численное моделирование показало, что комбинированные инвестиции в зеленые технологии и технологии сохранения продукции увеличивают общую прибыль на 3,09 % по сравнению со сценарием без инвестиций[40].

6. *Анализ систем упаковки.* Проект Eunomia (2025) на основе сравнения полных издержек доказал, что при масштабировании на городском уровне эффективно спроектированная система многоразовой упаковки для сегмента takeaway достигает паритета или преимущества по затратам относительно одноразовой[41].

---

[37] *Remijnse M., Buisman M., Marandi A., Rohmer S., Woensel T., van.* Data-driven robust menu planning for food services: Reducing food waste by using leftovers // Optimization Online. 2025. 28 April. [Электронный ресурс]: https://optimization-online.org/2025/04/data-driven-robust-menu-planning-for-food-services-reducing-food-waste-by-using-leftovers/

[38] *Lévesque J., Perreault V., Mikhaylin S.* Eco-efficiency as a prioritization tool in the reduction of food waste in restaurants // Science of the Total Environment. 2024. Vol. 927. P. 171515.

[39] *Toopthong R.* Promoting green practices in the food production process to reduce food waste in restaurants: A Scoping Review // Humanities, Arts and Social Sciences Studies (HASS). 2025. Vol. 25. № 2. P. 1—12.

[40] *Rana R.S., Kumar D., Prasad K.* Decarbonization and waste reduction in a disrupted food supply chain: A step towards achieving food sustainability // British Food Journal. 2025. Vol. 127. № 5. P. 1702—1729.

[41] Eunomia Research & Consulting. TOMRA — Designing a reuse system at city level for the takeaway food industry [TOMRA — Проектирование системы многоразовой упаковки на городском уровне для индустрии takeaway]. Bristol, 2025. [Электронный ресурс]: https://eunomia.eco/our-clients/tomra-designing-a-

7. *Циркулярные модели.* S. Aydin и G. Yurtseven (2025) применили подход RECP для формирования циркулярной модели ресторана, идентифицировав меры и подтвердив значительный потенциал экономии операционных расходов, однако указав на недостаток лонгитюдных количественных исследований[42].

Таким образом, зарубежные исследования демонстрируют, что обоснованное внедрение Zero-Waste-стратегий сопровождается положительным экономическим эффектом (снижение закупочных затрат, рост маржинальности, положительный ROI), и формируют методологическую базу для дальнейшей унификации подходов к оценке экономической эффективности.

Однако существующие научные работы фокусируются преимущественно на экологических аспектах, оставляя вне поля зрения количественную оценку влияния безотходных практик на себестоимость, операционные расходы, дополнительные доходы и инвестиционную привлекательность. Отсутствие системного подхода, интегрирующего технологические аспекты переработки отходов с организационно-экономическими механизмами их внедрения, а также учета управленческих решений при оценке эффективности инвестиций в циклические технологии сдерживает масштабирование успешных практик. Таким образом, разработка методического инструментария для обоснования экономической целесообразности Zero-Waste-стратегий на предприятиях общественного питания отвечает как теоретической потребности в интеграции концепций циклической экономики и операционного менеджмента, так и практическому запросу отрасли на повышение ресурсоэффективности.

Zero-Waste в общественном питании — это системный подход, охватывающий весь жизненный цикл продукта: от закупки до утилизации. Его ядро составляет иерархия «5R»: Refuse (отказ от лишнего), Reduce (сокращение), Reuse (многоразовое использование), Recycle (переработка), Rot (компостирование). Концепция иерархии управления отходами, включающая принципы, позднее адаптированные в систему «5R» для Zero-Waste, имеет сложное, неперсонифицированное авторство, она формировалась эволюционно в рамках международной экологической политики и практики.

Наиболее корректная с научной точки зрения атрибуция выглядит следующим образом. Концептуальная основа заложена в иерархии

reuse-system-at-city-level-for-the-takeaway-food-industry/

[42] *Aydın S., Yurtseven G.* From Plate to Planet: A circular economy restaurant model through resource efficient and cleaner production (recp) approach // Journal of Cleaner Production. 2025. Vol. 485. P. 144312.

обращения с отходами (Waste Hierarchy), которая была законодательно закреплена в Директиве Европейского Союза об отходах (2008/98/EC). Данная директива установила приоритетный порядок:

предотвращение → повторное использование → переработка → утилизация → захоронение.

Адаптация и популяризация именно формулы «5R» (Refuse, Reduce, Reuse, Recycle, Rot) в контексте Zero-Waste-движения связывается с деятельностью Беа Джонсон (Bea Johnson), автора книги «Zero Waste Home» (2013). Она систематизировала эти принципы для применения на уровне домохозяйств, придав им емкую и запоминающуюся форму.

В последние годы проблематика сокращения отходов в секторе общественного питания привлекает все большее внимание со стороны как зарубежного, так и отечественного научного сообщества. При этом центральным вопросом остается экономическая обоснованность перехода к циркулярным моделям. Анализ доступных публикаций позволяет выявить существенные различия в методологических подходах, глубине количественной оценки и практической ориентированности исследований, выполненных в России и за рубежом.

Проведенный анализ научной литературы позволяет выделить существенные различия между российскими и зарубежными подходами к оценке экономической эффективности стратегий Zero-Waste в секторе общественного питания. Ниже представлено сравнение по ключевым критериям:

— методологическая база;
— направленность исследований;
— количественные результаты и их обоснованность;
— учет институциональных и регуляторных факторов;
— интеграция экологических и экономических показателей;
— практическая применимость и внедрение.

Рассматривая методологическую базу оценки экономической эффективности внедрения Zero-Waste-стратегий на предприятиях общественного питания, следует отметить, что в зарубежной научной литературе доминируют количественные методы оценки экономической эффективности. Исследования строятся на основе кейс-стади с расчетом чистых приведенных затрат (NPV), коэффициента выгода/затраты (BCR) и рентабельности инвестиций (ROI) (Orr & Goossens, 2024). Широко применяются методы оптимизационного моделирования (Remijnse et al., 2025) и анализа полных издержек (Eunomia, 2025). Для интеграции экологических и экономических показателей используется концепция эко-эффективности в соответствии с ISO 14045 (Lévesque et al., 2024). Напротив, российские работы опираются

преимущественно на качественные обзорно-аналитические методы. Количественные расчеты, как правило, ограничиваются адаптацией зарубежных методик и выполняются в рамках выпускных квалификационных работ (Иванова, 2025). Единые отраслевые стандарты оценки экономической эффективности циркулярных практик в России отсутствуют (Табл. 1).

Табл. 1. Оценки экономической эффективности внедрения Zero-Waste-стратегий на предприятиях общественного питания по критерию «Методологическая база»

Критерий	Зарубежные подходы	Российские подходы
Доминирующие методы	Количественные: кейс-стади с расчетом NPV, BCR, ROI; оптимизационное моделирование; анализ полных издержек; эко-эффективность (ISO 14045)	Преимущественно качественные: обзорно-аналитические работы, тезисы конференций, отдельные выпускные квалификационные работы с элементами количественного анализа
Инструментарий	Математическое моделирование (гессиан, робастная оптимизация), LCA (оценка жизненного цикла), статистическая обработка данных	Адаптация зарубежных методик, расчет платы за ТКО, анализ нормативно-правовой базы
Уровень стандартизации	Высокий: применение ISO 14045, методологии Joanna Briggs Institute, стандартов отчетности (GHG Protocol)	Низкий: отсутствие отраслевых стандартов оценки экономической эффективности

Зарубежные исследования ориентированы на прямое измерение экономического эффекта от внедрения конкретных Zero-Waste-стратегий. Эмпирическая база включает долгосрочные наблюдения (до 6 месяцев и более), финансовые аудиты и численное моделирование. В результате получены количественные показатели: снижение закупочных затрат на 4 % (Remijnse et al., 2025), прирост общей прибыли на 3,09 % при комбинированных инвестициях в зеленые технологии и технологии сохранения продукции (Rana et al., 2025), чистая экономия свыше 15500 евро за полгода (Orr & Goossens, 2024).

Российские исследования, напротив, носят преимущественно констатирующий характер. Экономическая эффективность рассматривается как сопутствующий фактор при анализе экологических и нормативно-правовых аспектов. Отсутствие систематических измерений массы отходов и связанных с ними затрат не позволяет получить сопоставимых количественных результатов. Выводы о потенциале экономии операционных расходов базируются на экспертных оценках, а не на эмпирически подтвержденных данных (Aydin & Yurtseven, 2025; Иванова, 2025) (Табл. 2).

Табл. 2. Оценки экономической эффективности внедрения Zero-Waste-стратегий на предприятиях общественного питания по критерию «Направленность исследований»

Критерий	Зарубежные подходы	Российские подходы
Фокус	Экономическая эффективность как центральный объект исследования; количественная оценка прироста прибыли, снижения закупочных затрат, срока окупаемости инвестиций	Преимущественно экологическая и нормативно-правовая проблематика; экономическая эффективность рассматривается как сопутствующий фактор
Тип стратегий	Широкий спектр: гибкое порционирование, повторное использование остатков, системы многоразовой упаковки, инвестиции в зеленые технологии	Основное внимание — на раздельный сбор отходов и обучение персонала; технологические инновации представлены слабо
Масштаб анализа	Микроуровень (отдельное предприятие) и мезоуровень (городская инфраструктура, сети)	Преимущественно микроуровень (отдельные аспекты) без масштабирования на отрасль

В зарубежных исследованиях регуляторная среда рассматривается как один из параметров оптимизационных моделей. Учитываются механизмы углеродного налога, требования регламента ЕС об упаковке и упаковочных отходах (PPWR), а также возможности государственно-частного партнерства. Российские авторы уделяют значительное внимание институциональным барьерам: отсутствию инфраструктуры

раздельного сбора отходов, сложностям лицензирования переработки, неопределенности тарифной политики в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами. Вместе с тем эта проблематика не получает количественного воплощения в экономических моделях, оставаясь на уровне качественного анализа (Табл. 3-4).

Табл. 3. Оценки экономической эффективности внедрения Zero-Waste-стратегий на предприятиях общественного питания по критерию «Количественные результаты и их обоснованность»

Параметр	Зарубежные подходы	Российские подходы
Наличие эмпирических данных	Обширная эмпирическая база: измерения массы отходов, финансовые аудиты, численное моделирование	Единичные попытки сбора первичных данных (например, исследования В.А. Ермолаева, Э.Э. Арастяна), недостаток систематических измерений
Конкретные показатели	Зафиксированы: снижение закупочных затрат на 4 %, прирост прибыли на 3,09 %, экономия >15500 евро за 6 мес., ROI положительный	Преимущественно оценочные суждения без точных количественных ориентиров
Долгосрочные наблюдения	Присутствуют лонгитюдные исследования (до 6 месяцев и более)	Отсутствуют; работы носят точечный характер

Табл. 4. Оценки экономической эффективности внедрения Zero-Waste-стратегий на предприятиях общественного питания по критерию «Учет институциональных и регуляторных факторов»

Критерий	Зарубежные подходы	Российские подходы
Регуляторная среда	Учитывается через моделирование углеродного налога, требований PPWR (EU), депозитных систем	Акцент на российское законодательство об отходах (ФЗ № 89, плата за ТКО, проблемы тарификации)

Институциональные барьеры	Исследуются в контексте координации участников цепочки поставок, логистических издержек	Детально проработаны: отсутствие инфраструктуры раздельного сбора, сложности с лицензированием переработки, неопределенность нормативной базы
Государственная поддержка	Анализируются механизмы субсидирования, налоговых льгот, государственно-частного партнерства	Фиксируется отсутствие целевых мер поддержки для Zero-Waste в общепите

Зарубежные подходы характеризуются высокой степенью интеграции экологических и экономических параметров. Используются метрики эко-эффективности (экологическая выгода на единицу затрат, углеродоемкость на единицу прибыли), а также методы оценки жизненного цикла для сопоставления различных систем упаковки. Российские работы, как правило, оперируют натуральными показателями (тонны отходов, процент утилизации) без их стоимостной оценки. Экономический эффект часто не отделяется от экологического, что затрудняет принятие управленческих решений на основе расчета окупаемости инвестиций (Табл. 5).

Табл. 5. Оценки экономической эффективности внедрения Zero-Waste-стратегий на предприятиях общественного питания по критерию «Интеграция экологических и экономических показателей»

Критерий	**Зарубежные подходы**	**Российские подходы**
Концептуальная база	Эко-эффективность, зеленая экономика, циркулярная экономика, низкоуглеродное развитие	Преимущественно природоохранная тематика без прямой увязки с финансовыми результатами
Метрики	Соотношение экологической выгоды и затрат, углеродоемкость на единицу прибыли	Преимущественно натуральные показатели (тонны отходов, % утилизации) без стоимостной оценки

Проведенный сравнительный анализ свидетельствует о значительном разрыве между российскими и зарубежными подходами к оценке экономической эффективности Zero-Waste-стратегий в общественном питании. Зарубежная научная школа обладает развитой методологией, обширной эмпирической базой и инструментарием для поддержки управленческих решений, что позволяет обосновывать положительную рентабельность инвестиций в циркулярные практики. Российские исследования, при наличии понимания актуальности темы и идентификации ключевых барьеров, не обеспечивают количественной оценки экономического эффекта и не формируют практических рекомендаций, пригодных для масштабирования. Дальнейшее развитие отечественного научного направления требует адаптации зарубежных методик к российской институциональной среде, проведения лонгитюдных эмпирических исследований и создания междисциплинарных коллективов с участием экономистов, технологов и экологов.

Для внедрения Zero-Waste-стратегий на предприятиях общественного питания предложим методический подход, который включает 6 последовательных этапов. Каждый этап сопровождается расчетными формулами и требованиями к исходным данным.

Этап 1. Диагностика текущего состояния.

На основе первичной документации (накладные на закупку, акты списания, инвентаризационные ведомости) фиксируются:

— объем закупаемого сырья Qзак (кг);

— объем реализованной продукции Qреал (кг);

— объем отходов по категориям: технологические (Qтехн), потери при хранении и производстве (Qпот), остатки на тарелках (Qфронт).

Затраты, связанные с отходами, включают стоимость списанного сырья (Ссыр), расходы на утилизацию (Сутил) и трудозатраты на обращение с отходами (Струд).

Базовый показатель — доля отходов в выручке:

$$W=\frac{Ссыр+Сутил}{R},$$

где R — выручка.

Этап 2. Определение стратегий.

На основе систематического обзора (Toopthong, 2025; Aydin & Yurtseven, 2025) формируется перечень потенциальных мер, сгруппированных по категориям: управление порциями, оптимизация закупок, повторное использование остатков, инвестиции в технологии сохранения, внедрение многоразовой упаковки, сотрудничество с благотворительными организациями[43]. Для каждой меры определяются:

[43] *Toopthong R.* Promoting green practices in the food production process… P. 1—12.

— капитальные затраты I;

— дополнительные операционные расходы ΔO;

— ожидаемая экономия S (снижение закупок, уменьшение платы за утилизацию, возможный доход от переработки).

Этап 3. Моделирование экономического эффекта.

Строится модель инкрементальных денежных потоков на горизонте Тлет. Чистый денежный поток в период t:

CFt = St + ΔRt – ΔOt, $CFt = St + \Delta Rt - \Delta Ot$,

где ΔRt — изменение выручки, связанное с реализацией стратегии (например, привлечение клиентов, повышение среднего чека).

Показатели эффективности:

— чистая приведенная стоимость:

NPV = ∑t = 0TCFt(1 + r)t – I0, $NPV = t = 0\sum T(1 + r)tCFt - I0$,

где r — ставка дисконтирования (рекомендуется принимать на уровне средневзвешенной стоимости капитала предприятия);

— коэффициент выгода/затраты:

BCR = ∑t = 1T(St + ΔRt)/(1 + r)t∑t = 0T(It + ΔOt)/(1 + r)t;

$BCR = \sum t = 0T(It + \Delta Ot)/(1 + r)t\sum t = 1T(St + \Delta Rt)/(1 + r)t$;

— рентабельность инвестиций:

ROI = CF¯I0·100 %, $ROI = I0CF \cdot 100$ %,

где CF— среднегодовой чистый денежный поток;

— срок окупаемости.

Этап 4. Интеграция экологического эффекта.

Для учета экологических результатов используется индекс эко-эффективности (EEI), адаптированный из исследования Lévesque et al. (2024)[44]:

$EEI = NPV + I0\Delta E$,

где ΔE — предотвращенный экологический ущерб в стоимостном выражении (рассчитывается через предотвращенные выбросы парниковых газов, снижение водопотребления, сокращение объема захораниваемых отходов с учетом тарифов или рыночных цен на углеродные единицы).

Этап 5. Определение условий рентабельности.

Проводится анализ чувствительности путем варьирования ключевых параметров (стоимость сырья, тарифы на утилизацию, процент сокращения отходов, уровень возврата упаковки). Определяется точка безубыточности проекта — минимальный объем экономии или максимальный уровень инвестиций, при котором NPV = 0. Ранжирование альтернативных стратегий выполняется по критериям ROI и EEI.

[44] *Lévesque J., Perreault V., Mikhaylin S.* Eco-efficiency as a prioritization tool… P. 171515.

Этап 6. Формирование рекомендаций.

На основе расчетов разрабатывается дорожная карта внедрения с указанием очередности мер, ожидаемых сроков окупаемости и ключевых рисков.

Для формализации предложенного методического подхода построим математическую модель, описывающую процессы образования и сокращения отходов, а также экономические последствия внедрения Zero-Waste-стратегий. Модель позволяет количественно оценить эффективность отдельных мер или их комбинации, определить оптимальный набор стратегий при ограниченных ресурсах и провести анализ чувствительности.

Введем следующие множества и индексы:

— I — множество рассматриваемых Zero-Waste-стратегий (мер), i∈I*i*;

— T — множество временных периодов (лет), t = 0,1 … T (период t = 0 соответствует моменту инвестиций);

— K — множество категорий отходов: k∈{техн, пот, фронт} (технологические, потери при хранении и производстве, остатки на тарелках);

— M — множество видов ресурсов (сырье, упаковка, энергия и др.), m∈M.

Параметры, характеризующие базовое состояние предприятия:

— Rt — выручка в период t (руб.);

— Qm, tзак — объем закупок ресурса m в период t (кг, шт., л);

— Cm, tзак — стоимость единицы ресурса m в период t (руб./ед.);

— Qk, totx — объем отходов категории k в период t (кг);

— Ctутил — удельные затраты на утилизацию отходов (руб./кг);

— Ctтруд — удельные трудозатраты на обращение с отходами (руб./кг);

— r — ставка дисконтирования.

Параметры, характеризующие реализацию стратегий:

— Ii — капитальные затраты на внедрение стратегии i (руб.);

— ΔOi, t — изменение операционных расходов в период t при реализации стратегии i (может быть положительным или отрицательным) (руб.);

— Si, t — прямая экономия от стратегии i в период t (снижение закупок, уменьшение платы за утилизацию, доход от переработки) (руб.);

— ΔRi, t — дополнительная выручка, обусловленная стратегией i (например, за счет привлечения клиентов) (руб.);

— ΔQk, i, totx — сокращение объема отходов категории k в период t за счет стратегии i (кг);

— δi, t∈[0,1] — коэффициент эффективности внедрения стратегии i в период t (может учитывать постепенность достижения эффекта).

Экологические параметры:

— ek — экологическая нагрузка на единицу отходов категории k (кг CO_2-экв./кг или иная метрика);

— ругл — стоимостная оценка единицы экологической нагрузки (руб./кг CO_2-экв.), например, через углеродный налог.

Переменные:

— xi∈{0,1} — бинарная переменная выбора стратегии i (1 — стратегия внедряется, 0 — нет);

— yi, t — объем реализации стратегии i в период t (если стратегия может внедряться частично, иначе yi, t = xi·δi).

Для упрощения можно считать yi, t = xi·δi, где δi, t — заданный профиль эффективности.

Объем отходов категории k после внедрения набора стратегий:

Qk, totx, после = Qk, totx − ∑i∈IΔQk, i, t·yi, t.

Затраты на сырье после внедрения:

Ctзак, после = ∑m∈MCm, tзак·Qm, tзак, после.

При этом сокращение закупок связано с сокращением отходов: ΔQm, i, tзак∝∑kΔQk, i, t. Упрощенно можно считать, что снижение закупок равно снижению массы отходов, умноженному на среднюю стоимость сырья.

Расходы на утилизацию:

Ctутил, после = Ctутил·∑kQk, totx, после.

Трудозатраты на обращение с отходами:

Cttруд, после = Cttруд·∑kQk, totx, после.

Выручка после внедрения:

Rtпосле = Rt + ∑i ∈I ΔRi, t·yi, t.

Чистый денежный поток от реализации стратегий в период t (инкрементальный):

CFt = (Rtпосле − Rt) − (Ctзак, после − Ctзак) − (Ctутил, после − Ctутил) − (Cttруд, после − Cttруд) − ∑i∈IΔOi, t·yi, t.

В компактной форме:

CFt = ∑i∈I(ΔRi, t + Si, t − ΔOi,t)·yi, t,

где Si, t включает прямую экономию от снижения закупок и утилизации.

Инвестиции в момент t = 0:

I0 = ∑i∈IIi·xi.

Чистая приведенная стоимость:

NPV = −I0 + ∑t = 1TCFt(1 + r)t.

Коэффициент выгода/затраты:

BCR = ∑t = 1T∑i(ΔRi, t + Si, t)·yi, t/(1 + r)tI0 + ∑t = 1T∑iΔOi, t·yi, t/(1 + r)t.

Рентабельность инвестиций (среднегодовая):

ROI = 1T∑t = 1TCFtI0·100 %.

Срок окупаемости PP — наименьшее t, такое, что ∑τ = 1tCFτ ≥ I0.

Суммарное сокращение экологической нагрузки (например, выбросов CO_2):

ΔE = ∑kek·∑t = 1T∑iΔQk, i, t·yi, t.

Стоимостная оценка экологического эффекта (при наличии цены ругл):

ΔEстоим = ругл·ΔE.

Индекс эко-эффективности:

EEI = ΔEстоимNPV + I0.

При решении задачи определения оптимального набора стратегий могут быть введены ограничения:

— бюджетное ограничение: ∑iIixi ≤ B, где B — доступный инвестиционный бюджет;

— операционные ограничения: ∑iΔOi, tyi, t ≤ ΔOtmax$_{f0}$ (максимально допустимое увеличение операционных затрат);

— ограничение на объем реализации стратегии: t0 ≤ yi, t ≤ xi·δi;

— ограничение на совместимость стратегий: например, xi + xj ≤ 1 для взаимоисключающих мер.

В рамках описанной модели целевую функцию можно записать следующим образом:

$$\max NPV = -\sum_{i\in I} I_i x_i + \sum_{t=1}^{T} \frac{\sum_{i\in I}\left(\Delta R_{i,t} + S_{i,t} - \Delta O_{i,t}\right) y_{i,t}}{(1+r)^t}$$

где *yi*, *t* = *xi*·*δi* (если стратегия внедряется полностью с заданным профилем эффективности) или *yi*, *t* может быть непрерывной переменной при частичной реализации.

Если требуется учесть экологическую составляющую в денежном выражении (например, через углеродный налог или внутреннюю цену на выбросы), целевая функция расширяется:

$$\max NPV + p_{\text{угл}} \times \sum_{k} e_k \sum_{t=1}^{T} \sum_{i\in I} \Delta Q_{k,i,t} y_{i,t}$$

Альтернативными вариантами могут быть:

— максимизация индекса эко-эффективности $EEI = \frac{\Delta E_{\text{стоим}}}{NPV + I_0}$;

— максимизация коэффициента выгода/затраты BCR;

— максимизация рентабельности инвестиций ROI при заданном ограничении на бюджет.

Проведенное исследование показало, что концепция Zero-Waste в сфере общественного питания обладает значительным экономическим потенциалом, однако ее массовое внедрение сдерживается отсутствием системного методического инструментария для количественной оценки эффективности. В ходе работы были решены поставленные задачи и получены следующие основные результаты.

Систематизированы теоретические подходы к измерению экономических эффектов от внедрения принципов циклической экономики на предприятиях общественного питания. Установлено, что зарубежные исследования опираются на развитую количественную методологию (NPV, BCR, ROI, эко-эффективность), тогда как российские работы преимущественно носят качественный характер, что создает разрыв в обоснованности управленческих решений.

Разработана классификация Zero-Waste-практик по степени их воздействия на операционные показатели. Выделены категории мер, влияющие на снижение закупочных затрат, уменьшение расходов на утилизацию, формирование дополнительных доходов и изменение операционных издержек. Классификация позволяет структурировать выбор стратегий в зависимости от формата деятельности предприятия.

Построена экономико-математическая модель, описывающая процессы образования и сокращения отходов, а также экономические последствия внедрения Zero-Waste-стратегий. Модель включает множества стратегий, категорий отходов и ресурсов, параметры базового состояния и реализации мер, а также экологические показатели. Формализованы ключевые расчетные соотношения для чистого денежного потока, чистой приведенной стоимости, коэффициента выгода/затраты, рентабельности инвестиций, срока окупаемости, экологического эффекта и индекса эко-эффективности. Введены ограничения (бюджетные, операционные, совместимости) и предложены варианты целевых функций, позволяющие решать задачу оптимизации набора стратегий.

Предложен методический подход из 6 этапов (диагностика, идентификация стратегий, моделирование экономического эффекта, интеграция экологического эффекта, анализ чувствительности, формирование рекомендаций), который может служить практическим руководством для предприятий общественного питания при переходе к циркулярной модели.

Результаты исследования подтверждают исходную гипотезу о том, что Zero-Waste-стратегии при правильном выборе мер и учете операционных особенностей способны приносить положительный экономический эффект. Разработанная модель позволяет количественно

оценить эффективность отдельных мер или их комбинации, определить оптимальный набор стратегий при ограниченных ресурсах и провести анализ чувствительности, что создает основу для принятия обоснованных инвестиционных решений.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на апробацию разработанного методического подхода на реальных данных российских предприятий общественного питания, адаптацию модели к специфике различных форматов (рестораны, кафе, столовые, фастфуд), а также на интеграцию в модель дополнительных факторов, таких, как социальные эффекты и изменения в потребительском поведении. Расширение эмпирической базы и внедрение предложенного инструментария в практику операционного менеджмента позволят ускорить переход отрасли к принципам устойчивого развития и циркулярной экономики.

Список литературы

1. *Асатрян Э.Э.* Устойчивые модели снабжения ресторанов: сокращение пищевых потерь и углеродного следа в B2B-поставках продуктов питания // Актуальные исследования. 2025. № 27 (262). Ч. I. С. 50—55. [Электронный ресурс]: https://apni.ru/article/12626-ustojchivye-modeli-snabzheniya-restoranov-sokrashenie-pishevyh-poter-i-uglerodnogo-sleda-v-b2b-postavkah-produktov-pitaniya (дата обращения: 16.06.2026).

2. *Неретин Н.Ю., Тамова М.Ю., Пушмина И.Н.* Внедрение экологического производства на предприятиях общественного питания: Тезисы доклада // Инновации в индустрии питания и сервисе. Сб. материалов V Международной научно-практической конференции. Краснодар, 2022. С. 67—69.

3. Российский экологический оператор. Доклад о состоянии сферы обращения с твердыми коммунальными отходами в Российской Федерации. М., 2023.

4. *Aydin S., Yurtseven G.* From plate to planet: A circular economy restaurant model through resource efficient and cleaner production (recp) approach // Journal of Cleaner Production. 2025. Vol. 485. P. 144312. DOI: 10.1016/j.jclepro.2025.144312

5. *Eunomia Research & Consulting.* TOMRA — Designing a reuse system at city level for the takeaway food industry [TOMRA — Проектирование системы многоразовой упаковки на городском уровне для индустрии takeaway]. Bristol: «Eunomia», 2025. [Электронный ресурс]: https://eunomia.eco/our-clients/tomra-designing-a-reuse-system-at-city-level-for-the-takeaway-food-industry/ (дата обращения: 26.03.2026).

6. *Filimonau V., Ermolaev V.A*. A sleeping giant? Food waste in the food-service sector of Russia // Journal of Cleaner Production. 2021. № 297. P. 126705.

7. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food loss and food waste / Policy Support and Governance. [Электронный ресурс]: http://www.fao.org/policy-support/policy-themes/food-loss-food-waste/en/ (дата обращения: 20.03.2026).

8. *Lévesque J., Perreault V., Mikhaylin S.* Eco-efficiency as a prioritization tool in the reduction of food waste in restaurants // Science of the Total Environment. 2024. Vol. 927. P. 171515.

9. *Orr L., Goossens Y.* Trimming the plate: A comprehensive case study on effective food waste reduction strategies in corporate canteens // Sustainability. 2024. Vol. 16. № 2. P. 785.

10. *Rana R.S., Kumar D., Prasad K.* Decarbonization and waste reduction in a disrupted food supply chain: A step towards achieving food sustainability // British Food Journal. 2025. Vol. 127. № 5. P. 1702—1729.

11. *Remijnse M., Buisman M., Marandi A., Rohmer S., Woensel T., van.* Data-driven robust menu planning for food services: Reducing food waste by using leftovers // Optimization Online. 2025. 28 April. [Электронный ресурс]: https://optimization-online.org/2025/04/data-driven-robust-menu-planning-for-food-services-reducing-food-waste-by-using-leftovers/ (дата обращения: 26.03.2026).

12. *Toopthong R*. Promoting green practices in the food production process to reduce food waste in restaurants: A Scoping Review // Humanities, Arts and Social Sciences Studies (HASS). 2025. Vol. 25. № 2. P. 1—12.

Сведения об авторах

Кучерова Елена Николаевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры технологии продуктов питания, предпринимательства и экономики, МГУТУ им. К.Г. Разумовского. E-mail: *kucherova-en@mail.ru*

Рахимов Николай Игоревич, студент, МГУТУ им. К.Г. Разумовского. E-mail: *Nikolai.rakhimov@mail.ru*

Степаненкова Людмила Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания, предпринимательства и экономики, МГУТУ им. К.Г. Разумовского. E-mail: *l-stepanenkova@mail.ru*

Information about the authors

Kucherova Elena Nikolaevna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of food technol-

ogy, entrepreneurship and economics, K.G. Razumovsky MSUTM. E-mail: *kucherova-en@mail.ru*

Rakhimov Nikolai Igorevich, Student, K.G. Razumovsky MSUTM. E-mail: *Nikolai.rakhimov@mail.ru*

Stepanenkova Lyudmila Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of food technology, entrepreneurship and economics, K.G. Razumovsky MSUTM. E-mail: *l-stepanenkova@mail.ru*

Статья поступила в редакцию 20.04.2026; одобрена после рецензирования 29.04.2026; принята к публикации 04.05.2026.