69. Babkin A.V., Liberman I.V., Klachek P.M. (2023) Industry 5.0 and intelligent economy: fundamentals of neuro-digital transformation of cyber social meta-ecosystems of high-tech industrial complexes. *π-Economy*, 16 (5), 8–21. DOI: 10.18721/JE.16501

70. Babkin A.V., Fedorov A.A., Liberman I.V., Klachek P.M. (2021) Industry 5.0: concept, formation and development. *Russian Journal of Industrial Economics*, 14 (4), 375–395. DOI: 10.17073/2072-1633-2021-4-375-395

71. Frolov A. (2024) *7 trendov tsifrovoi transformatsii promyshlennosti* [*7 Trends in the Digital Transformation of Industry*]. [online] Available at: https://trends.rbc.ru/trends/industry/65f198a69a7947157487b66c [Accessed 19.09.2026]. (in Russian)

72. Ali A., Zdolnikova S.V. (2026) Assessment of the implementation of artificial intelligence technologies at an industrial enterprise in the context of Industry 5.0 (the case of Pakistani companies). *π-Economy*, 19 (4), 45–65. DOI: 10.18721/JE.19403

73. Kiseleva O., Firsova A., Vavilina A. (2025) Integration of Artificial Intelligence Technologies into Design-Thinking Processes in the Development of Managerial Decisions as a Factor of Enterprise Sustainable Development. *Sustainability*, 17 (10), art. no. 4705. DOI: 10.3390/su17104705

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

КИСЕЛЕВА Оксана Николаевна
E-mail: o.kirichenko@rambler.ru
Olga N. KISELEVA
E-mail: o.kirichenko@rambler.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2741-2753

Поступила: 06.09.2026; Одобрена: 09.10.2026; Принята: 09.10.2026.
Submitted: 06.09.2026; Approved: 09.10.2026; Accepted: 09.10.2026.

π-Economy. 2026, Том 19, № 5. С. 53–63.
π-Economy. 2026, Vol. 19, No. 5. Pp. 53–63.

Научная статья
УДК 332
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.19503
EDN: https://elibrary/CABFPR

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ СТЕКОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

А.С. Писарев[1] ✉ , Т.О. Толстых[2]

[1] Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Российская Федерация;

[2] Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», Москва, Российская Федерация

✉ andrej.pisarev.2019@mail.ru

Аннотация. Стекольная отрасль России после 2022 г. столкнулась с серьезными вызовами: прежняя экспортоориентированная модель развития оказалась невозможной, а предприятия с иностранным участием сменили собственников. В этих условиях возрастает потребность в комплексной оценке устойчивого развития отрасли, учитывающей как экономические, так и экологические и социальные аспекты. Вместе с тем анализ научной литературы показал, что в настоящее время не существует комплексной методики построения интегрального показателя устойчивого развития для предприятия стекольной отрасли, сочетающей универсальные требования оценки развития с отраслевыми особенностями. Целью исследования является разработка системы показателей оценки устойчивого развития предприятий стекольной отрасли России, обеспечивающей интеграцию универсальных требований российских национальных стандартов (ПНСТ 926-2024 и стандарта общественного капитала бизнеса) с отраслевыми индикаторами углеродоемкости, циркулярности и соответствия технологическим показателям наилучших доступных технологий. Методологическую основу исследования составили общенаучные методы системного и сравнительного анализа, контент-анализ нормативных документов, бенчмаркинг корпоративной отчетности и эконометрическое моделирование производственной функции Кобба–Дугласа на панельных данных 11 предприятий – производителей листового стекла за 2019–2024 гг. с использованием метода фиксированных эффектов. В результате получена производственная функция, подтвердившая высокую капиталоемкость отрасли и отсутствие значимых различий в совокупной факторной производительности между предприятиями. На основе проведенного анализа предложена система показателей оценки устойчивого развития предприятий стекольной отрасли России, включающая семь индикаторов, сгруппированных в четыре блока: экономический, экологический, социальный и управленческий. Отличительной особенностью системы является включение отраслевых индикаторов, отражающих специфику стекловарения: доли стеклобоя в сырьевой смеси и энергоемкости стекловаренной печи. Практическая значимость разработанной системы связана с возможностью ее использования для мониторинга достижения целей устойчивого развития на корпоративном уровне, бенчмаркинга предприятий отрасли и подготовки ESG-отчетности в соответствии с требованиями национальных стандартов. Определение весовых коэффициентов, построение и верификация интегрального показателя, а также апробация системы на расширенной выборке предприятий вынесены в отдельные исследования.

Ключевые слова: устойчивое развитие, стекольная отрасль, система показателей, интегральный показатель, ESG-индикаторы, производственная функция Кобба–Дугласа, наилучшие доступные технологии, углеродоемкость, циркулярная экономика, индикативное планирование

Для цитирования: Писарев А.С., Толстых Т.О. (2026) Разработка системы показателей оценки устойчивого развития предприятий стекольной отрасли России. π-Economy, 19 (5), 53–63. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.19503

© Писарев А.С., Толстых Т.О., 2026. Издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Research article
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.19503

DEVELOPMENT OF A SYSTEM OF INDICATORS FOR ASSESSING SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF GLASS INDUSTRY ENTERPRISES IN THE RUSSIAN FEDERATION

A.S. Pisarev[1] ✉ , T.O. Tolstykh[2]

[1] Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation;
[2] National University of Science and Technology "MISIS", Moscow, Russian Federation

✉ andrej.pisarev.2019@mail.ru

Abstract. The Russian glass industry after 2022 faced serious challenges: the previous export-oriented development model became impossible, and enterprises with foreign participation changed owners. Under these conditions, the need for a comprehensive assessment of the industry's sustainable development, taking into account economic, environmental, and social aspects, increases. However, an analysis of scientific literature has shown that currently there is no comprehensive methodology for constructing an integral indicator of sustainable development for a glass industry enterprise that combines universal development assessment requirements with industry-specific characteristics. The aim of the study is to develop a system of indicators for assessing the sustainable development of glass industry enterprises in the Russian Federation, ensuring the integration of universal requirements of Russian national standards (PNST 926-2024 and the Standard of Public Capital of Business) with industry indicators of carbon intensity, circularity, and compliance with technological indicators of best available technology. The methodological basis of the study comprises general scientific methods of system and comparative analysis, content analysis of regulatory documents, benchmarking of corporate reporting, and econometric modeling of the Cobb–Douglas production function on panel data of 11 flat glass manufacturers for 2019–2024 using the fixed effects method. As a result, a production function was obtained, confirming the high capital intensity of the industry and the absence of significant differences in total factor productivity among enterprises. Based on the analysis, a system of indicators for assessing the sustainable development of glass industry enterprises in the Russian Federation is proposed, including 7 indicators grouped into four blocks: economic, environmental, social, and managerial. A distinctive feature of the system is the inclusion of industry indicators reflecting the specifics of glass melting: the share of cullet in the raw material mixture and the energy intensity of the glass melting furnace. The practical significance of the developed system is related to its potential use for monitoring the achievement of sustainable development goals at the corporate level, benchmarking enterprises in the industry, and preparing ESG reports in accordance with the requirements of national standards. The determination of weight coefficients, the construction and verification of the integral indicator, as well as the approbation of the system on an expanded sample of enterprises are relegated to separate studies.

Keywords: sustainable development, glass industry, system of indicators, integral indicator, ESG indicators, Cobb–Douglas production function, best available techniques, carbon intensity, circular economy, indicative planning

Citation: Pisarev A.S., Tolstykh T.O. (2026) Development of a system of indicators for assessing sustainable development of glass industry enterprises in the Russian Federation. π-Economy, 19 (5), 53–63. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.19503

Введение

Актуальность исследования

Развитие стекольной промышленности в России в 2000–2010 гг. представляло собой показательный пример роста отрасли с опорой на экспортоориентированную модель развития за счет привлечения средств иностранного капитала. В начале 2020-х гг. отрасль столкнулась с серьезными вызовами – прежняя ориентация на экспорт оказалась невозможной из-за воздействия внешних факторов, а предприятия с иностранным участием сменили собственников.

© Pisarev A.S., Tolstykh T.O., 2026. Published by Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University



Источник: разработано авторами.

Рис. 1. Анализ отраслевой конкуренции в стекольной отрасли России

Fig. 1. Analysis of industry competition in the Russian glass industry

Ранее авторами уже был проведен анализ текущего состояния стекольной промышленности на примере предприятий-производителей листового стекла – отраслевой рынок после 2022 г. был охарактеризован как олигополистический [1] (рис. 1).

Проблема комплексной оценки развития стекольной отрасли в научных публикациях на настоящий момент мало представлена. Оценка состояния отрасли обычно представлена в виде кратких аналитических статей с информацией о фактических и прогнозируемых показателях выпуска продукции [2], также похожие исследования существуют на региональном уровне по отдельным предприятиям отрасли [3].

Ключевой идеей настоящего исследования выступает попытка предложить обоснованную систему экономических и экологических показателей, позволяющую осуществлять индикативное планирование и прогнозирование как на уровне отдельного предприятия, так и на уровне межкорпоративного регулирования и самоорганизации. Объект исследования был преднамеренно ограничен совокупностью предприятий – производителей листового стекла в России.

Литературный обзор

Концептуальной базой для оценки устойчивого развития предприятий служит трехфакторная модель, предполагающая баланс экономической эффективности, социальной ответственности и экологической безопасности [4]. В российской научной литературе устойчивость промышленного предприятия рассматривается одновременно и как устойчивое функционирование, и как устойчивое развитие. А.А. Урасова и С.С. Федосеева [5] подчеркивают необходимость сравнительной оценки ключевых показателей устойчивого развития ведущих промышленных

предприятий с позиции экологической нагрузки на окружающую среду. Ж.А. Мингалева, Е.С. Лобова и Б.В. Дозморов [6] предприняли попытку оценить влияние ключевых ESG-показателей на устойчивое развитие предприятия, используя методы корреляционно-регрессионного анализа.

В зарубежной литературе теоретическая база развивается в направлении интеграции целей устойчивого развития ООН в производственные системы. Исследование [7] представляет обзор индикаторов, релевантных для измерения устойчивости производственных компаний. В целом наблюдается тенденция перехода от фрагментированных подходов к подходам интегрированным, иерархическим и системно-ориентированным.

Анализ литературы позволяет выделить два магистральных подхода в методологии построения систем показателей устойчивого развития. Первый подход связан с построением системы частных показателей, отражающих отдельные аспекты устойчивости. В российских исследованиях [8] предлагаются системы, включающие индекс производительности труда, индекс эмиссии CO_2, индекс энергоемкости, коэффициент стабильности кадров, показатели безопасных условий труда. Характеристика экологической устойчивости дается по четырем коэффициентам: ресурсосберегающих технологий, загрязнения окружающей среды, природоохранных мероприятий, природоемкости [9].

Второй подход предполагает построение обобщенного (интегрального) индикатора. В российской литературе методика интегральной оценки основана на использовании метода среднего и включает локальные оценки трех составляющих устойчивости [5]. Отмечается, что практически для всех методик характерно движение в расчетах к интегральному показателю как итоговой оценке устойчивого развития организации [10].

В зарубежной практике интегральный подход развивается через методологию «Социальный возврат на инвестиции» (Social Return on Investment, SROI). Интерес вызывает исследование итальянских авторов [11], в котором методология SROI применяется для оценки потенциального развития итальянской стекольной промышленности на период 2022–2050 гг. Результаты показывают положительный коэффициент SROI, равный 2,53, при этом социальные факторы воздействия составляют 44,2% от общей создаваемой ценности, экономические факторы – 39,5%, экологические факторы – 16,3%. Обзор [12] агрегирует индикаторы устойчивости на уровне фирмы в три группы: индикаторы уровня продукта; индикаторы управления ресурсами и загрязнением; индикаторы инвестиций, инноваций и приверженности. Систематический обзор ESG-индикаторов [13] выделяет категории эмиссий, использования ресурсов, инноваций, рабочей силы, ответственности за продукт и взаимодействия с сообществами.

Также стоит осветить экологическую составляющую производства листового стекла. Углеродный след производства одной тонны стекломассы зависит от доли стеклобоя и энергоэффективности печи[1]. Упомянутое ранее исследование [3] впервые выполнило расчеты прямых и косвенных выбросов парниковых газов при производстве тарного стекла на примере ООО «Сибстекло» и оценило возможность их снижения при внедрении наилучших доступных технологий (НДТ).

В России разработаны национальные стандарты, устанавливающие технологические показатели НДТ производства стекла: ГОСТ Р 113.05.02-2024[2] и ГОСТ Р 113.05.03-2024[3]. Предварительный национальный стандарт ПНСТ 926-2024[4] устанавливает рекомендации к составу показателей

[1] ИТС 5–2022 (2022) *Производство стекла*, М.: Бюро НДТ. [online] Available at: https://rst.gov.ru:8443/file-service/file/load/167161695-6989?ysclid=mvsgds689z423887072 [Accessed 28.09.2026]. (in Russian)

[2] Российский институт стандартизации (2024) *ГОСТ Р 113.05.02-2024: Наилучшие доступные технологии. Системы автоматического контроля и учета выбросов загрязняющих веществ при производстве листового и тарного стекла. Основные требования*. [online] Available at: https://www.standards.ru/document/7528079.aspx [Accessed 28.09.2026]. (in Russian)

[3] Российский институт стандартизации (2024) *ГОСТ Р 113.05.03-2024: Наилучшие доступные технологии. Методические рекомендации по проведению бенчмаркинга удельных выбросов парниковых газов для отрасли по производству стекла*. [online] Available at: https://files.stroyinf.ru/Data/840/84015.pdf [Accessed 28.09.2026] (in Russian)

[4] Росстандарт (2024) *ПНСТ 926-2024: Устойчивое развитие организаций. Показатели. Общие положения*. [online] Available at: https://protect.gost.ru/gost/details/e5155bd2-ccf8-49d9-9618-dfd034e2e942 [Accessed 28.09.2026]. (in Russian)

устойчивого развития. В 2026 г. утвержден стандарт общественного капитала бизнеса (СОКБ)[5], вводящий единый набор показателей. Индекс Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП) использует 48 показателей (93 индикатора)[6].

Анализ литературы позволил отразить ключевую проблему исследования – в настоящий момент не существует комплексной методики построения интегрального показателя устойчивого развития для предприятия стекольной отрасли, сочетающей универсальные требования оценки развития с отраслевыми особенностями. Существующие научные работы либо носят общетеоретический характер [1, 6], либо рассматривают отдельные аспекты функционирования стекольного предприятия [3].

Существующие методологические подходы к оценке устойчивого развития промышленных предприятий не учитывают отраслевую специфику стекольного производства и не обеспечивают сопоставимость результатов с требованиями российских национальных стандартов, что делает невозможным формирование адекватной системы показателей для предприятий стекольной отрасли России.

Цель исследования – разработка системы показателей оценки устойчивого развития предприятий стекольной отрасли России, обеспечивающей интеграцию универсальных требований российских национальных стандартов (ПНСТ 926-2024 и СОКБ) с отраслевыми индикаторами углеродоемкости, циркулярности и соответствия технологическим показателям НДТ.

Для достижения поставленной цели выделены следующие **исследовательские задачи**:

– систематизировать теоретические и методологические подходы к оценке устойчивого развития промышленных предприятий и выявить степень их применимости к стекольной отрасли;

– обосновать состав и структуру отраслевых показателей устойчивого развития, отражающих специфику стекловарения, включая удельные выбросы CO_2 на тонну стекломассы, долю стеклобоя в сырьевой смеси, энергоемкость стекловаренной печи и эффективность систем улавливания загрязняющих веществ;

– разработать методику построения интегрального показателя устойчивого развития стекольного предприятия, сочетающую универсальные требования национальных стандартов с отраслевыми метриками;

– выполнить верификацию предложенной системы показателей на данных российских предприятий стекольной отрасли;

– сформулировать практические рекомендации по внедрению разработанной системы показателей в систему управления устойчивым развитием стекольных предприятий.

Основным результатом настоящего этапа исследования, представленного в работе, является разработанная система показателей оценки устойчивого развития предприятий стекольной отрасли России.

Материалы и методы

Исследование построено на сочетании общенаучных и специальных методов экономического анализа и представляет собой дескриптивно-конструктивное исследование, направленное на разработку и верификацию системы показателей устойчивого развития предприятий стекольной отрасли России.

Методологическую основу исследования составили общенаучные методы системного и сравнительного анализа и синтеза, абстрагирования и обобщения. В процессе обоснования состава и структуры отраслевых показателей развития применялись методы контент-анализа и бенчмаркинга.

[5] Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов (2025) *О стандарте общественного капитала бизнеса: постановление Правительства Российской Федерации от 30.12.2025 № 2230*. [online] Available at: https://docs.cntd.ru/document/1315964409 [Accessed 28.09.2026]. (in Russian)

[6] РСПП (2025) *Методика составления индексов РСПП по устойчивому развитию* (*ESG-индексов*). [online] Available at: https://rspp.ru/upload/content/3f8/sl9657fpri2jstu28h18j4g1eo07dkxp/Методика_2025.pdf [Accessed 28.09.2026]. (in Russian)

Для обоснования состава экономического блока показателей устойчивого развития использовано эконометрическое моделирование производственной функции Кобба–Дугласа вида:

$$Y = a_0 * K^{a1} * L^{a2},$$
$$\ln(Y) = \ln(a_0) + a_1 \ln(K) + a_2 \ln(L) -$$

логарифмированное уравнение для приведения к регрессионной модели, где в качестве зависимой переменной Y (выпуск продукции) были взяты данные о выручке предприятий за 2019–2024 гг. (приведенные к ценам 2019 г.), в качестве переменной K (капитал) – данные об объемах основных средств предприятий за 2019–2024 гг. (приведенные к ценам 2019 г.), в качестве переменной L (труд) – данные о среднесписочной численности работников предприятий за 2019–2024 гг.

Задача эконометрического анализа состояла в оценке зависимости производительности труда от прочих факторов (объема капиталовложений в основные средства и численности персонала). В качестве константы был установлен средний уровень совокупной факторной производительности (Total Factor Productivity, TFP). Предполагается, что это – уровень технологического развития компании.

Для эконометрического анализа данных был использован метод фиксированных эффектов с кластеризированными стандартными ошибками – расчеты производились при помощи эконометрической программы Gretl.

Результаты и обсуждение

В результате для стекольной отрасли была получена производственная функция вида:

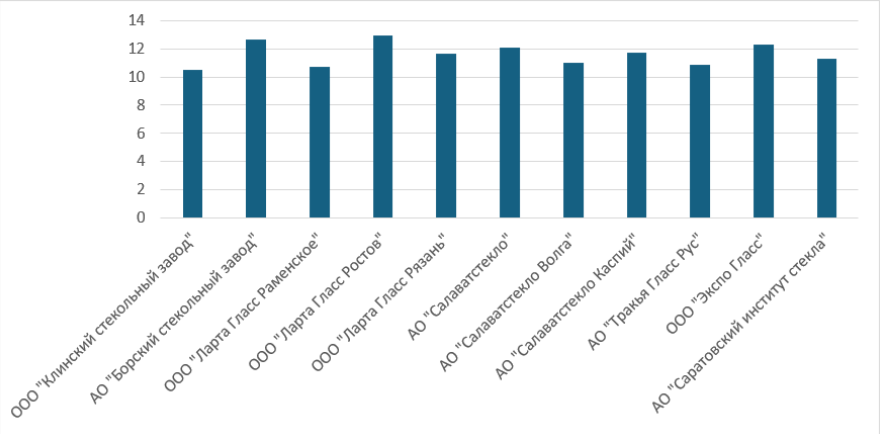
$$Y = 10,3 * K^{0,0807} * L^{0,193}.$$

Модель демонстрирует высокое качество – 61,9% изменений производительности труда внутри компаний (от года к году) объясняется рассмотренной моделью (R^2 = 0,619), вероятность получить подобные различия случайно (вне рамок созданной модели) равна 0,01% (p-значение для L_kap_voor = 0,0000617), t-статистика = 6,59, F-тест (Joint test) = 43,41 с p-значение = $= 6,17 \times 10^{-5}$.

По результатам моделирования сделаны выводы о высокой капиталоемкости отрасли (найм новых сотрудников не является определяющим условием для роста выручки предприятий отрасли, в отличие от роста основных средств), а также о примерно одинаковом уровне технологического развития предприятий отрасли (p-значение > 0,05). Основным способом увеличения производительности труда в отрасли, таким образом, выступает рост инвестиций в основные средства предприятий.

Вывод об отсутствии значимых различий в совокупной факторной производительности между предприятиями отрасли (p-значение > 0,05) имеет важное методологическое значение для разрабатываемой системы показателей. Он означает, что при построении интегрального показателя устойчивого развития не требуется вводить корректировку на технологический разрыв между предприятиями – все они находятся примерно на одном технологическом уровне, что упрощает процедуру нормализации и повышает сопоставимость результатов.

На основе проведенного анализа нормативной базы, корпоративной отчетности и научной литературы авторы предлагают систему показателей оценки устойчивого развития предприятий стекольной отрасли России, включающую семь индикаторов, сгруппированных в четыре блока: экономический, экологический, социальный и управленческий (табл. 1).



Источник: составлено авторами по результатам эконометрического моделирования.

Рис. 2. Средние TFP по предприятиям стекольной отрасли России

Fig. 2. Average TFP for enterprises in the Russian glass industry

Таблица 1. Предлагаемая система показателей оценки устойчивого развития предприятий стекольной отрасли России

Table 1. Proposed system of indicators for assessing the sustainable development of enterprises in the Russian glass industry

Блок	Показатель	Источник данных	Обоснование включения
Экономический	Капиталоемкость (основные средства / выручка)	Бухгалтерская отчетность	Высокая капиталоемкость отрасли подтверждена эконометрически
Экономический	TFP	Расчет по модели Кобба–Дугласа	Отсутствие значимых различий TFP между предприятиями отрасли установлено эконометрически; используется как индикатор технологического развития
Экологический	Доля стеклобоя в сырьевой смеси	Производственный учет предприятия	ГОСТ Р 113.05.03-2024
Экологический	Энергоемкость стекловаренной печи	Производственный учет предприятия	ГОСТ Р 113.05.03-2024
Социальный	Коэффициент стабильности кадров	Кадровый учет	Российские исследования [4]; ПНСТ 926-2024 (социальные показатели)
Управленческий	Наличие комплексного экологического разрешения	Регуляторный учет	ГОСТ Р 113.05.02-2024
Управленческий	Внедрение систем автоматического контроля выбросов	Регуляторный учет	ГОСТ Р 113.05.02-2024

Отличительной особенностью предложенной системы является включение отраслевых индикаторов, отражающих специфику стекловарения: доли стеклобоя в сырьевой смеси, энергоемкости стекловаренной печи.

Как видно из табл. 1, экономический блок опирается на результаты эконометрического анализа производственной функции стекольной отрасли, выполненного на панельных данных 11 предприятий по производству листового стекла за 2019–2024 гг.

Экологический блок сформирован на основе национальных стандартов. Основным документом здесь выступает ГОСТ Р 113.05.03-2024.

Социальный блок выстроен с учетом результатов SROI-исследования итальянской стекольной отрасли [11], согласно которому социальные воздействия формируют 44,2% общей создаваемой ценности, прежде всего за счет создания рабочих мест. Это означает, что социальная составляющая устойчивого развития стекольного предприятия не уступает по значимости экономическому и экологическому блокам, что и обусловило включение в систему показателя стабильности кадров как наиболее доступного для расчета на предприятии.

Управленческий блок в предложенной системе показателей призван отражать российскую регуляторную специфику. Показатели наличия комплексного экологического разрешения и внедрения систем автоматического контроля выбросов не имеют прямых аналогов в зарубежных стандартах, однако являются критически важными для российских стекольных предприятий.

Представленная система показателей решает часть выявленной научной проблемы, а именно: обеспечивает интеграцию универсальных требований российских национальных стандартов (ПНСТ 926-2024 и СОКБ) с отраслевыми индикаторами, отражающими специфику стекловарения. В отличие от универсальных стандартов, разработанная система включает показатели доли стеклобоя в сырьевой смеси, энергоемкости стекловаренной печи и эффективности систем улавливания загрязняющих веществ – параметры, критические для стекольной отрасли и закрепленные в ГОСТ Р 113.05.02-2024 и ГОСТ Р 113.05.03-2024.

Вместе с тем следует подчеркнуть, что разработанная система представляет собой первый этап исследования, связанный с обоснованием состава и структуры показателей. Дальнейшая работа предполагает решение самостоятельных научных задач, выходящих за рамки настоящей статьи.

Заключение

В исследовании получены следующие результаты:

1. Систематизированы теоретические и методологические подходы к оценке устойчивого развития промышленных предприятий. Установлено, что в научной литературе сформировались два магистральных подхода – построение системы частных показателей и построение интегрального индикатора, – однако ни один из них не учитывает отраслевую специфику стекольного производства. Новизна результата состоит в доказательстве необходимости разработки отраслевой системы показателей, интегрирующей универсальные требования с отраслевыми индикаторами.

2. Обоснованы состав и структура отраслевых показателей устойчивого развития, отражающих специфику стекловарения. Предложена система из семи индикаторов, сгруппированных в четыре блока: экономический, экологический, социальный и управленческий. Новизна результата заключается во включении отраслевых индикаторов – доли стеклобоя в сырьевой смеси и энергоемкости стекловаренной печи, закрепленных в ГОСТ Р 113.05.02-2024 и ГОСТ Р 113.05.03-2024, что отличает предложенную систему от универсальных стандартов ПНСТ 926-2024 и СОКБ.

3. Обоснована методика построения интегрального показателя устойчивого развития стекольного предприятия, сочетающая универсальные требования национальных стандартов с отраслевыми метриками. Новизна результата состоит в определении процедуры агрегирования, включающей нормализацию разнородных показателей и последующее построение интегрального индикатора. Определение весовых коэффициентов вынесено в отдельное исследование, что обусловлено необходимостью проведения полноформатного экспертного опроса с проверкой согласованности мнений.

4. Обоснована необходимость верификации предложенной системы показателей на данных российских предприятий стекольной отрасли. Новизна результата заключается в определении требований к эмпирической базе верификации и в установлении отсутствия значимых различий в совокупной факторной производительности между предприятиями отрасли, что упрощает процедуру нормализации и повышает сопоставимость результатов. Апробация системы на расширенной выборке предприятий тарного стекла и сортовой посуды вынесена в отдельное исследование.

5. Сформулированы практические рекомендации по внедрению разработанной системы показателей в систему управления устойчивым развитием стекольных предприятий. Новизна результата состоит в обосновании возможности использования системы для мониторинга достижения целей устойчивого развития на корпоративном уровне, бенчмаркинга предприятий отрасли и подготовки ESG-отчетности в соответствии с требованиями национальных стандартов.

Проведенное исследование подтвердило наличие нерешенной научной проблемы – отсутствие методического обеспечения оценки устойчивого развития предприятий стекольной отрасли, учитывающего отраслевую специфику и обеспечивающего сопоставимость результатов с требованиями российских национальных стандартов.

Направления дальнейших исследований

Разработка системы показателей устойчивого развития предприятий стекольной отрасли не завершается формированием перечня индикаторов. Полноценное методическое обеспечение требует решения нескольких самостоятельных научных задач, каждая из которых обладает собственной методологией, эмпирической базой и процедурой верификации.

Первая задача – определение весовых коэффициентов показателей. Корректное определение весов потребует либо полноформатного экспертного опроса с формированием репрезентативной экспертной панели, проверкой согласованности мнений (коэффициент конкордации Кендалла), оценкой внутригрупповой и межгрупповой надежности, либо применения метода анализа иерархий с обоснованием каждой матрицы парных сравнений. Оба подхода предполагают сбор первичных данных, объем которых несопоставим с форматом настоящей статьи. Публикация весовых коэффициентов без раскрытия процедуры их получения и без возможности верификации противоречила бы требованиям к воспроизводимости научного исследования. Поэтому определение весовых коэффициентов предполагается вынести в отдельную работу, которая будет опираться на авторский экспертный опрос руководителей и специалистов стекольных предприятий и отраслевых объединений.

Вторая задача – построение и верификация интегрального показателя. Построение интегрального показателя устойчивого развития предполагает выбор и обоснование способа агрегирования (взвешенная сумма, геометрическая свертка, метод расстояний), процедуры нормализации разнородных показателей, анализа чувствительности и проверки устойчивости результатов к изменению весов. Верификация интегрального показателя требует доступа к первичным данным предприятий, значительная часть которых не раскрывается в публичной отчетности. Это предполагает организацию отдельного эмпирического исследования с привлечением предприятий отрасли, что выходит за рамки настоящей статьи. Результаты этой работы планируется представить в следующих публикациях.

Третья задача – апробация системы на расширенной выборке предприятий. Разработанная система сформирована с ориентацией на предприятия по производству листового стекла, поскольку именно по этому сегменту доступны сопоставимые панельные данные. Апробация системы на предприятиях по производству тарного стекла и сортовой посуды требует отдельного сбора данных, учитывающего различия в технологии, ассортименте и регуляторных требованиях. Эта задача также будет решаться в рамках последующих публикаций. Вынесение определения весовых коэффициентов и верификации интегрального показателя в отдельные работы

позволяет, во-первых, обеспечить полноценную процедуру сбора и обоснования первичных данных, во-вторых, избежать публикации непроверяемых экспертных оценок, в-третьих, представить каждый этап исследования с необходимой степенью детализации, требуемой для воспроизводимости научных результатов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Толстых Т.О., Михайлиди Д.Х., Писарев А.С. (2025) Оценка потенциала развития производства листового стекла в Российской Федерации на основе модели Портера. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки*, 3 (79), 82–89. DOI: 10.52452/18115942_2025_3_82

2. Варапаева В.В., Жулина Е.Г. (2015) Состояние и тенденции развития стекольной промышленности Саратовской области. *Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета*, 3 (57), 44–50.

3. Тагаева Т.О., Савина А.И. (2024) Эффекты сокращения выбросов парниковых газов при внедрении наилучших доступных технологий в обрабатывающей промышленности Новосибирской. области. *Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Гуманитарные науки*, 17 (12), 2481–2493.

4. Аверина О.И., Гудкова Д.Д. (2016) Анализ и оценка устойчивого развития предприятия. *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*, 1–3, 10–19.

5. Урасова А.А., Федосеева С.С. (2024) Сравнительная оценка устойчивого развития промышленных предприятий в арктических территориях Российской Федерации. *Вестник Пермского университета. Серия: Экономика*, 19 (2), 206–219. DOI: 10.17072/1994-9960-2024-2-206-219

6. Мингалева Ж.А., Лобова Е.С., Дозморов Б.В. (2024) Использование методов корреляционно-регрессионного анализа для оценки влияния ключевых ESG-показателей на устойчивое развитие предприятия. *E-Management*, 7 (3), 20–30. DOI: 10.26425/2658-3445-2024-7-3-20-30

7. Mengistu A.T., Panizzolo R. (2023) Analysis of indicators used for measuring industrial sustainability: A systematic review. *Environment, Development and Sustainability*, 25 (3), 1979–2005. DOI: 10.1007/s10668-021-02053-0

8. Зингер О.А. (2015) Показатели устойчивого развития промышленного предприятия. *XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*, 1 (1 (23)), 222–227.

9. Калиниченко М.П. (2019) Устойчивое развитие предприятия: оценка, проект, функциональная стратегия маркетинг менеджмента. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика*, 1, 40–52. DOI: 10.24143/2073-5537-2019-1-40-52

10. Кондрашова Н.В., Данилов И.С. (2022) Совершенствование алгоритма расчета интегрального показателя устойчивого развития экономического субъекта. *Современная экономика: проблемы и решения*, 5, 54–66. DOI: 10.17308/meps.2022.5/9241

11. Pastore L., Corvo L., Santangelo A.E., Resce G., Lelo A. (2025) Measuring sustainability impacts through SROI: a case study of the Italian glass industry's contribution to the SDGs. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 38 (5), 1483–1498. DOI: 10.1108/AAAJ-04-2024-7041

12. Pupo M.L., D'Ambrosio A. (2026) Measuring Firm Greenness: A Comprehensive Review of Corporate Sustainability Indicators. *Journal of Economic Surveys*, 40 (4), 2160–2184. DOI: 10.1111/joes.70077

13. Félix da Cunha Í.G., Veloso Santos Policarpo R., Senra de Oliveira P.C., Cardoso Abdala E., Aparecida do Nascimento Rebelatto D. (2025) A systematic review of ESG indicators and corporate performance: Proposal for a conceptual framework. *Future Business Journal*, 11 (1), art. no. 106. DOI: 10.1186/s43093-025-00539-1

REFERENCES

1. Tolstykh T.O., Mikhailidi D.Kh., Pisarev A.S. (2025) Assessment of the development potential of flat glass production in the Russian Federation based on Porter's model. *Вестник Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod. Series Social sciences*, 3 (79), 82–89. DOI: 10.52452/18115942_2025_3_82

2. Varapayeva V.V., Zhulina Ye.G. (2015) Current state and development prospects of glass industry in Saratov. *Vestnik Saratov State Socio-Economic University*, 3 (57), 44–50.

3. Tagaeva T.O., Savina A.I. (2024) Effects of Reducing Greenhouse Gas Emissions by Introducing the Best Available Technologies in the Processing Industry of the Novosibirsk Region. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*, 17 (12), 2481–2493.

4. Averina O.I., Gudkova D.D. (2016) Analiz i otsenka ustoichivogo razvitiia predpriiatiia [Analysis and assessment of an enterprise's sustainable development]. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [*Current Issues in the Humanities and Natural Sciences*], 1–3, 10–19.

5. Urasova A.A., Fedoseeva S.S. (2024) Comparative analysis of sustainable development of industrial enterprises in the Arctic territories of the Russian Federation. *Perm University Herald. Economy*, 19 (2), 206–219. DOI 10.17072/1994-9960-2024-2-206-219

6. Mingaleva Z.A., Lobova E.S., Dozmorov B.V. (2024) Using correlation and regression analysis methods to assess the impact of key ESG indicators on the sustainable development of an enterprise. *E-Management*, 7 (3), 20–30. DOI: 10.26425/2658-3445-2024-7-3-20-30

7. Mengistu A.T., Panizzolo R. (2023) Analysis of indicators used for measuring industrial sustainability: A systematic review. *Environment, Development and Sustainability*, 25 (3), 1979–2005. DOI: 10.1007/s10668-021-02053-0

8. Zinger O.A. (2015) Indicators of sustainable development of industrial enterprises. *XXI CENTURY: Past Results and Present Problems Plus*, 1 (1 (23)), 222–227.

9. Kalynychenko M.P. (2019) Sustainable development of the enterprise: estimation, project, functional strategy of marketing management. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Economics*, 1, 40–52. DOI: 10.24143/2073-5537-2019-1-40-52

10. Kondrashova N.V., Danilov I.S. (2022) Improvement of the algorithm for calculating the integral indicator of sustainable development of an economic entity. *Modern Economics: Problems and Solutions*, 5, 54–66. DOI: 10.17308/meps.2022.5/9241

11. Pastore L., Corvo L., Santangelo A.E., Resce G., Lelo A. (2025) Measuring sustainability impacts through SROI: a case study of the Italian glass industry's contribution to the SDGs. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 38 (5), 1483–1498. DOI: 10.1108/AAAJ-04-2024-7041

12. Pupo M.L., D'Ambrosio A. (2026) Measuring Firm Greenness: A Comprehensive Review of Corporate Sustainability Indicators. *Journal of Economic Surveys*, 40 (4), 2160–2184. DOI: 10.1111/joes.70077

13. Félix da Cunha Í.G., Veloso Santos Policarpo R., Senra de Oliveira P.C., Cardoso Abdala E., Aparecida do Nascimento Rebelatto D. (2025) A systematic review of ESG indicators and corporate performance: Proposal for a conceptual framework. *Future Business Journal*, 11 (1), art. no. 106. DOI: 10.1186/s43093-025-00539-1

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ПИСАРЕВ Андрей Сергеевич
E-mail: andrej.pisarev.2019@mail.ru
Andrey S. PISAREV
E-mail: andrej.pisarev.2019@mail.ru

ТОЛСТЫХ Татьяна Олеговна
E-mail: tolstyh.to@misis.ru
Tatyana O. TOLSTYKH
E-mail: tolstyh.to@misis.ru

Поступила: 06.09.2026; Одобрена: 08.10.2026; Принята: 08.10.2026.
Submitted: 06.09.2026; Approved: 08.10.2026; Accepted: 08.10.2026.