

DOI: 10.26794/1999-849X-2026-19-4-127-136
УДК 338.23(045)
JEL F64, O14, O44

Экологическая ответственность промышленности в Японии: правовые и технологические аспекты

Л.С. Ревенко^а, Н.С. Ревенко^б

^а МГИМО МИД России, Москва, Российская Федерация;

^б Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Предмет исследования — политика Японии в сфере стимулирования национальной промышленности к соблюдению экологических норм и правил. **Цель** работы — выявить подходы правительства Японии к декарбонизации промышленного производства и основные направления работы в отдельных отраслях промышленности для снижения выбросов парниковых газов. **Актуальность** обусловлена вниманием, уделяемым во всех странах мира, к реализации Парижского соглашения по климату. **Методология** исследования включает использование общенаучных методов, в том числе анализ нормативной базы, статистических данных и экспертных оценок, классификацию, систематизацию и структурирование объектов. Авторами классифицирован и прокомментирован перечень японских законов и подзаконных актов, стимулирующих промышленность к внедрению низкоуглеродных технологий. Установлено, что основным нормативным актом в данной сфере является Закон Японии о продвижении зеленой трансформации (GX) 2023 г., поставивший цель достижения к 2050 г. углеродной нейтральности при одновременном обеспечении экономического роста. Документом предусмотрена реализация следующих ключевых мер: снижение зависимости от ископаемого топлива, использование системы торговли квотами на выбросы, введение надбавки к ископаемому топливу, инвестиции в возобновляемые источники энергии, водород и технологии улавливания и хранения углерода. Выявлены основные направления работы по повышению экологической ответственности и достижению углеродной нейтральности в отдельных отраслях японской промышленности. По **результатам** исследования сделан **вывод** о том, что меры, принимаемые правительством Японии и отдельными компаниями по декарбонизации производства, дают определенный эффект, о чем, в частности, свидетельствует сокращение выбросов предприятиями углекислого и других парниковых газов.

Ключевые слова: декарбонизация; выбросы парниковых газов; углеродная нейтральность; ископаемое топливо; улавливание и хранение углерода; принцип S+3E; торговля квотами на выбросы; возобновляемые источники энергии; углеродный сбор; GX 2040 Vision

Для цитирования: Ревенко Л.С., Ревенко Н.С. Экологическая ответственность промышленности в Японии: правовые и технологические аспекты. *Экономика. Налоги. Право.* 2026;19(4):127-136. DOI: 10.26794/1999-849X-2026-19-4-127-136

ORIGINAL PAPER

Japan's Industrial Eco-Accountability: Legal and Technological Dimensions

L.S. Revenko^а, N.S. Revenko^б

^а MGIMO University, Moscow, Russian Federation;

^б Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

This study's **subject** focuses on Japan's strategy for getting its industries to meet environmental regulations. This research aims to pinpoint the Japanese government's strategies for decarbonizing industrial manufacturing and highlights key initiatives within specific sectors to lower greenhouse gas output. The paper's relevance is because of the attention paid in all countries of the world implementing the Paris Climate Agreement. General scientific **methodology** forms the basis of this research, involving a review of the regulatory landscape, statistical analysis, expert evaluations, and the categorization, systematization, and arrangement of relevant elements. The authors categorized and discussed a compilation of Japanese laws and regulations aimed at motivating industry adoption of low-carbon technologies. The

© Ревенко Л.С., Ревенко Н.С., 2026

key statutory act in this area is the Green Transition Japan's GX Promotion Act of 2023, which sets the goal of achieving carbon neutrality by 2050 while simultaneously ensuring economic growth. Major measures being taken include reducing dependence on fossil fuels, using emissions trading systems, introducing a fossil fuel surcharge, investing in renewable energy, hydrogen, and carbon capture and storage technologies. The authors outline key strategies for enhancing environmental stewardship and reaching carbon neutrality within specific Japanese industrial sectors. The study **concludes** that the Japanese government and corporate decarbonization efforts are yielding some results, with businesses showing reduced greenhouse gas emissions.

Keywords: decarbonization; greenhouse gas emissions; carbon neutrality; fossil fuel; carbon capture and storage; S+3E principle; emission trading; renewable energy; carbon tax; GX 2040 Vision

For citation: Revenko L.S., Revenko N.S. Japan's industrial eco-accountability: Legal and technological dimensions. *Ekonomika. Nalogi. Pravo = Economics, taxes & law*. 2026;19(4):127-136. (In Russ.). DOI: 10.26794/1999-849X-2026-19-4-127-136

ВВЕДЕНИЕ

Экологическая проблематика в наборе ограничительных аспектов промышленного развития и индустриальной политики не нова. Однако основные ее современные направления в практическом контексте рассматриваются в русле Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 г., принятой ООН в 2015 г. Комплексный и неделимый характер Повестки означает необходимость обеспечения сбалансированности трех компонентов устойчивого развития: экономического, социального и экологического. В практическом плане это означает, что промышленная политика государств должна быть направлена не только на рост производственного и технологического потенциалов, но и на сокращение использования не возобновляемых источников энергии, являющихся главным источником выбросов вредных веществ [1, с. 26].

В контексте представлений о допустимом балансе между интенсивностью промышленного развития и защитой окружающей среды в Японии сложился свой набор нормативно-правовых актов достижения такого баланса. В его основе лежит уровень промышленного развития, отраслевая структура и отношение общества к данной проблематике, что в совокупности отражается в определении уровня экологической ответственности, которая превратилась в одну из составляющих социальной ответственности бизнеса, а также механизмов и инструментов её обеспечения. Хозяйствующие субъекты в современных условиях не могут достичь искомого уровня конкурентоспособности, игнорируя экологические компоненты своей производственной деятельности.

Характерной чертой для всех государств, включая Японию, является акцент на декарбонизацию отечественной индустрии, под которой понимается процесс снижения выбросов диоксида углерода (CO₂) и других парниковых газов, связанных с промышленным производством.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯПОНСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Япония — одна из наиболее экономически развитых стран. По величине ВВП, который в 2024 г. составил 4,03 трлн долл.,¹ она является четвертой экономикой мира после США, Китая и Германии. На долю промышленности в 2023 г. приходилось 28,60% ВВП, в том числе на производственный сектор — 20,58%². Этот результат был достигнут во многом благодаря существенным инвестициям в научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки, объем которых постоянно рос, увеличившись с 2,86% ВВП в 2000 г. до 3,44% в 2023 г.³

По объему продаж продукции промпроизводства ведущие позиции в 2023 г. занимали транспортное машиностроение (607,3 млрд долл.), пищевая промышленность (322,1 млрд долл.), химическая промышленность (306,0 млрд долл.), электронная и IT отрасли (219,4 млрд долл.), электротехническая промышленность (204,0 млрд долл.), секторы производства промышленного оборудования (183,9 млрд долл.) и готовых металлических изделий (139,6 млрд долл.), черная металлургия (137,1 млрд долл.)⁴.

Вместе с тем, обладая развитой индустрией, Япония в 2024 г. занимала седьмую после Китая, США, Индии, России, Индонезии и Бразилии по-

¹ GDP (current US\$). URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD> (дата обращения: 02.04.2026).

² Industry (including construction), value added (% of GDP) URL: <https://databank.worldbank.org/gdp-composition/id/fced70c>. (дата обращения: 03.04.2026).

³ Research and development expenditure (% of GDP) — Japan. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=JP> (дата обращения: 08.04.2026).

⁴ Digitalization and Decarbonization Will Be the Driving Trends of Japan's Manufacturing Industry. URL: https://www.jetro.go.jp/en/invest/attractive_sectors/manufacturing/overview.html (дата обращения: 08.04.2026).

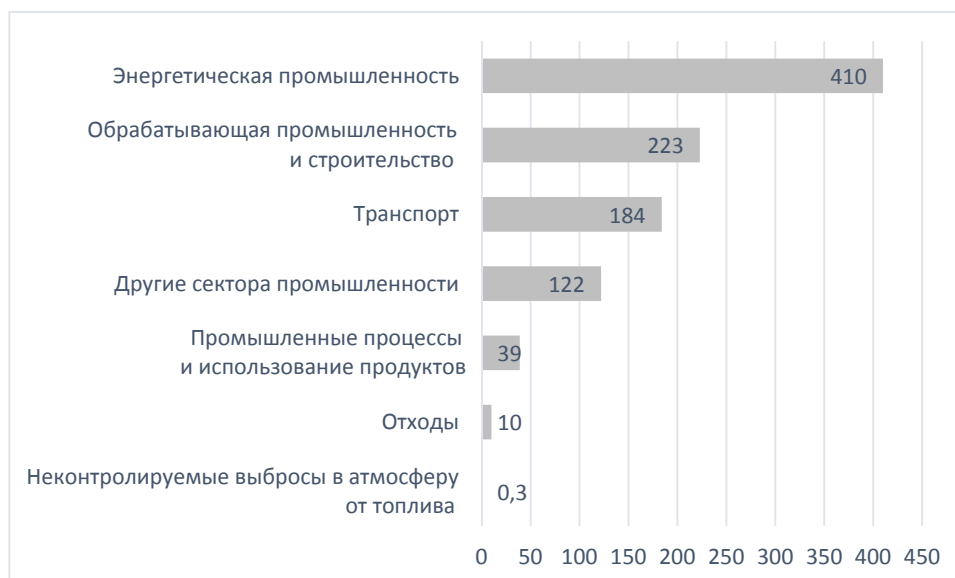


Рис. / Fig. **Выбросы углекислого газа промышленностью Японии в 2023 г., млн т / CO₂ emissions in industry sectors of Japan in 2023, M tons**

Источник / Source: National Greenhouse Gas Inventory Document of Japan 2025. Tokyo: Ministry of Environment, 2025:2–4. URL: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/NID-JPN-2025-v3.0.pdf>

зицию в списке стран — загрязнителей атмосферы: 2,0% мировых выбросов парниковых газов. И это при том, что целенаправленная линия правительства Японии на декарбонизацию позволила снизить их объем с 1990 по 2024 г. на 17,9%⁵.

Из общего объема выбросов парниковых газов в Японии в 2023 г. на долю углекислого газа (CO₂) приходилось 91,4%, метана — 4,8%, фторированных газов — 2,2%, оксида азота — 1,6% [2, с. 167]. Наибольший объем выбросов CO₂ дали энергетическая и обрабатывающая промышленность и транспорт (см. рисунок). 95,0% выбросов CO₂ стали результатом сжигания топлива, 3,9% — промышленных процессов и использования продукции, 1,0% дал сектор отходов⁶.

Следует отметить, что выбросы CO₂ от сжигания топлива энергетическими компаниями увеличились по сравнению с 1990 г. на 11,3% вследствие их роста от использования для производства электроэнергии угля и газа, а обрабатывающими предприятиями и строительным сектором снизились на 36,1% в результате снижения выбросов от использования твердого топлива в металлургии.

Снижение этого показателя транспортом на 9,2% объясняется прежде всего увеличением количества автомобилей с дизельными двигателями.

В обрабатывающей промышленности и строительстве наибольший объем выбросов CO₂ дают черная металлургия и химическая промышленность (см. таблицу).

НОРМАТИВНАЯ БАЗА ЯПОНИИ ПО ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Формирование экологической политики Японии началось в 90-е гг. XX в. принятием в 1993 г. Основного закона об охране окружающей среды⁷, заменившего Основной закон о контроле за загрязнением окружающей среды 1967 г. Новый документ содержит основные принципы и инструменты экологической политики, определяет обязанности каждого участника общества.

Одним из первых нормативных актов, поставивших задачу борьбы с выбросами парниковых газов, стал принятый правительством в 2014 г. обновленный стратегический энергетический план⁸,

⁵ Emissions by Country. URL: https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2025#emissions_table (дата обращения: 07.04.2026).

⁶ National Greenhouse Gas Inventory Document of Japan 2025. Tokyo: Ministry of Environment; 2025:2–4. URL: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/NID-JPN-2025-v3.0.pdf> (дата обращения: 10.04.2026).

⁷ The Basic Environment Law. 13.11.1993. URL: <https://www.env.go.jp/en/laws/policy/basic/index.html> (дата обращения: 12.04.2026).

⁸ Strategic Energy Plan. April 2014. URL: https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/others/basic_plan/pdf/4th_strategic_energy_plan.pdf (дата обращения: 12.04.2026).

в основе которого — принцип S+3E⁹. Этим документом предусматриваются существенные изменения в структуре производства электроэнергии за счёт перезапуска существующих атомных электростанций и строительства новых. Поставлена задача диверсифицировать источники энергии путем повышения энергоэффективности систем и развития возобновляемой энергетики, а также провести оценку общих и отраслевых затрат. Кроме того, Законом установлены требования к общему объему выбросов парниковых газов и их интенсивности при производстве электроэнергии¹⁰.

Выполняя обязательства, взятые Японией в рамках Парижского соглашения по климату, правительство страны объявило в октябре 2020 г. о намерении достичь к 2050 г. углеродной нейтральности. В 2021 г. была принята Стратегия «зеленого» роста¹¹, в которой определены 14 перспективных направлений, реализация которых имеет решающее значение для достижения цели по сокращению выбросов парниковых газов¹². Для каждого из них были разработаны конкретные планы действий, призванные продемонстрировать реалистичные пути достижения поставленных целей, намечен комплекс мер государственной политики — от бюджетных и налоговых инструментов до реформирования нормативно-правовой базы.

Ключевым нормативным актом современной политики декарбонизации промышленности Японии является Закон о продвижении зеленой транс-

формации (GX) 2023 г.,¹³ сформировавший правовую основу перехода экономики и промышленности к низкоуглеродной модели и давший старт системному процессу стимулирования инвестиций и углеродного ценообразования. Этим документом поставлена цель достижения к 2050 г. углеродной нейтральности при одновременном обеспечении экономического роста посредством перехода от угля к возобновляемым источникам энергии, атомной энергетике и новым видам топлива (водород и аммиак). Одновременно была утверждена дорожная карта действий сроком на 10 лет¹⁴.

Основные направления работы включают проведение модернизации производства для снижения зависимости от ископаемого топлива и укрепления роли Японии как экспортера экологически чистых технологий, использование системы торговли квотами на выбросы (GX-ETS), введение надбавки к ископаемому топливу и значительные инвестиции в возобновляемые источники энергии, водород, технологии улавливания и хранения углерода с использованием GX-облигаций (GX Transition Bonds).

В том же году была опубликована Стратегия содействия переходу к безуглеродной хозяйственной структуре, ориентированной на экономический рост¹⁵, в которой подтверждены основные подходы в рамках инициативы GX, базирующиеся на фундаментальном принципе обеспечения стабильного энергоснабжения и энергетической самодостаточности, включая использование возобновляемых источников энергии и атомной энергетики. Кроме того, уделено внимание реализации Концепции ценообразования на углерод, центральный элемент которой — углеродное ценообразование, стимулирующее экономический рост (*Pro-Growth Carbon Pricing*), сочетающее регулирование и инвестиционные стимулы.

⁹ Safety (надежность), Energy Security (энергобезопасность), Economic Efficiency (экономическая эффективность) и Environment (окружающая среда).

¹⁰ Japan's "3E+S" Energy Policy Objectives. URL: <https://www.en-2050-low-carbon-navi.jp/assets/onepage/3epluss.pdf> (дата обращения: 14.04.2026).

¹¹ Overview of Japan's Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality in 2050. March 2021. URL: <https://www.mofa.go.jp/files/100153688.pdf> (дата обращения: 18.04.2026).

¹² Ветровая, солнечная и геотермальная энергетика; водород, аммиак; тепловая энергия нового поколения; ядерная энергетика; электромобили, аккумуляторы нового поколения; продовольствие, сельское хозяйство, лесное хозяйство и рыболовство; энергосберегающие полупроводники, информационно-коммуникационные технологии; суда на топливных элементах, с электродвигателем и на газовом топливе; логистика, людские потоки и гражданская инженерная инфраструктура; самолеты с гибридными электрическими и водородными двигателями; переработка углеродов, бетон, биотопливо, пластмассы; системы управления энергопотреблением нового поколения в жилых помещениях и зданиях; циркуляция ресурсов (биоматериалы, вторичные материалы, выработка электроэнергии из отходов); индустрия, связанная с образом жизни.

¹³ GX Promotion Act (Act Concerning the Promotion of a Smooth Transition to a Decarbonized Economic Structure) (Law No. 32 of 2023). 10.02.2023. URL: https://climate-laws.org/documents/gx-promotion-act-act-concerning-the-promotion-of-a-smooth-transition-to-a-decarbonized-economic-structure_3f18 (дата обращения: 20.04.2026).

¹⁴ The Basic Policy for the Realization of GX. A roadmap for the next 10 years. February 2023. URL: https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gx_jikkou_kaigi/pdf/kihon_en.pdf (дата обращения: 17.04.2026).

¹⁵ GX Promotion Strategy (Strategy to Promote the Transition to a Decarbonized Growth-Oriented Economic Structure). July 2023. URL: https://climate-laws.org/document/gx-promotion-strategy-strategy-to-promote-the-transition-to-a-decarbonized-growth-oriented-economic-structure_20d4 (дата обращения: 19.04.2026).

Одним из основных инструментов сокращения выбросов парниковых газов в рамках GX является налог на выбросы углерода. На первом этапе в 2024–2025 гг. он был добровольным, а с 2026 финансового года становится обязательным. В дополнение к нему в 2028 г. планируется ввести углеродный сбор (*GX-Surcharge*) для импортеров ископаемого топлива и добывающих его отечественных предприятий¹⁶.

Важный нормативный документ — Седьмой стратегический план развития энергетики 2025 г.,¹⁷ наметивший направления энергетической политики до 2040 г. Его ключевая особенность состоит в том, что впервые в истории Японии возобновляемые источники энергии позиционируются как основной и доминирующий ресурс. В соответствии с планом доля тепловой энергии, вырабатываемой на основе ископаемого топлива, должна сократиться к 2040 г. с нынешних 70 до 30–40%, а доля возобновляемых источников энергии, напротив — возрасти до 40–50%¹⁸.

В утвержденной кабинетом министров в феврале 2025 г. концепции «GX 2040 Vision»¹⁹, содержащей практические конкретные меры по реализации направлений, изложенных в 7-м Стратегическом плане развития энергетики, и определяющей направления развития GX на ближайшие 10–15 лет, сделан акцент на усиление инвестиционной и промышленной политики. Её цель — одновременное обеспечение стабильного энергоснабжения, экономического роста и декарбонизации, в том числе с учетом прогноза на развитие цифровой трансформации и роста спроса на электроэнергию вследствие электрификации. Основные положения концепции — сокращение выбросов на 60% к 2035 финансовому году и на 73% к 2040 г., модернизация структуры промышленности и формирование устойчивого спроса на низкоуглеродную продукцию.

Наконец, следует упомянуть закон о деятельности по улавливанию и хранению углекислого газа

2024 г.,²⁰ устанавливающий права на его хранение и разведочное бурение в качестве исключительных прав на использование лицензированной зоны хранения или разведочного бурения. Реализация закона осуществляется в три этапа: в отношении разведочного бурения он вступил в силу в августе и ноябре 2024 г., хранения и транспортировки по трубопроводам — в мае 2026 г. [3].

Нормативные документы по повышению экологической ответственности отдельных отраслей японской промышленности отсутствуют. В то же время в 2020 г. были опубликованы и в 2024 г. актуализированы так называемые отраслевые инвестиционные стратегии, устанавливающие требования к компаниям, инвестиционные стимулы и правила реализации проектов декарбонизации, в том числе с учетом опыта других стран. Кроме того, отраслевые ассоциации, институты и группы экспертов выпускают свои аналитические документы и рекомендации.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ ПО ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ОТДЕЛЬНЫХ ОТРАСЛЕЙ ЯПОНСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Безусловно, все японские компании и предприятия обязаны выполнять установленные правительством страны нормативные требования, однако применяемые ими меры в разных отраслях промышленности существенно различаются.

Наибольшее количество выбросов углекислого газа в атмосферу (почти половину общего объема промышленных выбросов) дают черная металлургическая и химическая промышленность Японии, поэтому декарбонизации этих отраслей в рамках достижения к 2050 г. углеродной нейтральности уделяется особое внимание.

В черной металлургии Японии более 80% потребления энергии приходится на ископаемое топливо, при этом 32% общего объема промышленных выбросов CO₂ являются следствием не только производственных процессов, но и собственной выработки электроэнергии²¹. На это в значительной

¹⁶ Japan GX-ETS. URL: https://icapcarbonaction.com/system/files/ets_pdfs/icap-etsmap-factsheet-69.pdf (дата обращения: 20.04.2026).

¹⁷ The 7th Strategic Energy Plan. February 2025. URL: https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/others/basic_plan/pdf/7th_outline.pdf (дата обращения: 24.04.2026).

¹⁸ Japan's FY2024 Climate Actions: Corporate and Government Moves as well as Urgent Priorities. Transition Asia. 2025. April. P. 4. URL: https://transitionasia.org/wp-content/uploads/2025/04/TA_JAPAN_FY2024_CLIMATE_ACTION_EN_250422.pdf (дата обращения: 18.04.2026).

¹⁹ GX 2040 Vision. December 2025. URL: <https://japan.influencemap.org/policy/GX-2040-Vision-5563> (дата обращения: 28.04.2026).

²⁰ An Overview of the New Carbon Dioxide Capture and Storage Business Act. 27.09.2024. URL: <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=fe1c3338-ac90-48f9-a137-d704a57de2a4> (дата обращения: 25.04.2026).

²¹ Industrial Decarbonization in Japan. 2023 Edition. World Economic Forum, June 2023. P. 16. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Industrial_Decarbonization_in_Japan_2023.pdf (дата обращения: 10.04.2026).

степени влияют ассортимент продукции и доступность энергии и материалов. Например, производство стали в стране сильно зависит от устаревшего доменного метода, который к тому же является более энергоемким, чем те же электродуговые печи или прямое восстановление железа.

Для масштабного внедрения низкоэмиссионных технологий производства чугуна и стали требуются масштабные инвестиции в производство, широкое использование экологически чистого водорода и электроэнергии, а также улавливание и хранение CO₂. По оценкам, для внедрения технологий производства стали с низким уровнем выбросов парниковых газов в низкоэмиссионную энергетику, чистый водород и инфраструктуру для переработки CO₂ потребуется инвестировать 20 трлн иен (более 150 млрд долл.), а чтобы к 2050 г. обеспечить отрасль до 20 млн т водорода в год потребуются изыскать средства в размере 17–30 трлн иен (130–230 млрд долл.).

Одним из инструментов стимулирования производителей добиваться реализации заявленной цели является пересмотренный закон об энергосбережении 2022 г., в соответствии с которым крупные потребители энергии обязаны представлять свои среднесрочные и долгосрочные планы перехода на альтернативные ископаемым виды топлива и регулярно отчитываться о достигнутом прогрессе.

Седьмым стратегическим планом развития энергетики поставлена задача провести реструктуризацию металлургической промышленности, результатом которой должно стать увеличение производства стали в электродуговых печах. В этих целях правительство планирует содействовать переносу производственных мощностей, требующих больших объемов электроэнергии, в регионы, богатые возобновляемыми источниками энергии.

Однако сегодня в электродуговых печах производится лишь около 28% стали, и даже, в случае реализации новых проектов, эта доля может вырасти незначительно — до 33% [4, с. 18]. Кроме того, использование таких печей, в которых в качестве сырья используется железный лом, имеет свои ограничения, поскольку удаление примесей затруднено, что серьёзно усложняет производство высококачественной стальной продукции. Кроме того, одного железного лома для удовлетворения спроса на сталь недостаточно. В этой связи в настоящее время рассматриваются несколько технологических вариантов, включая переход от доменных печей к электродуговым, прямое восстановление

водородом и восстановление железа водородом в доменном процессе²².

Группа экспертов, изучившая перспективы развития «зеленой» металлургии, сформулировала свои рекомендации²³. По их мнению, основным направлением политики достижения декарбонизации промышленности является сокращение выбросов парниковых газов от доменного процесса, что потребует существенных инвестиций в технологии глобального преобразования энергии, а также максимальное использование стального лома для производства разнообразной стальной продукции.

Кроме того, все доменные печи должны быть модернизированы для производства чугуна с использованием водорода либо преобразованы в инновационные крупные электропечи, использующие восстановленное железо. При этом стоимость сырья и энергии в процессе производства будет выше, чем при использовании современных доменных печей, а произведенный металл не будет закупаться в достаточном количестве или продаваться по цене, отражающей себестоимость его производства.

В этой связи одна из предложенных экспертами мер — установление цены на металл, произведенный традиционными доменными печами, пропорционально выбросам CO₂, образующимся в процессе производства. Однако это не остановило бы потребителей: они всё равно будут вынуждены закупать его по новым, более высоким ценам, что, в свою очередь, привело бы к увеличению стоимости строительных материалов, автомобилей и другой продукции, снизив их конкурентоспособность на мировом рынке. Несколько смягчить эти последствия должно помочь введение систем торговли квотами на выбросы и надбавок за использование ископаемого топлива.

Другая предложенная мера — поддержка со стороны правительства проектов, направленных на сокращение выбросов парниковых газов и повышение конкурентоспособности промышленности в рамках программы поддержки преобразования энергетических и производственных процессов на предприятиях, испытывающих трудности с сокра-

²² Reference to the Sector-Specific Investment Strategies (Steel). URL: <https://www.meti.go.jp/press/2024/12/20241227006/20241227006-2.pdf> (Дата обращения: 30.04.2026).

²³ Green Steel for GX. Consolidated Summary of the Study Group on Green Steel for Green Transformation. Tokyo: METI; January 2025. 60 p. URL: https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/green_steel/pdf/20250125_3.pdf (Дата обращения: 22.04.2026).

щением выбросов. Также предложено стимулировать спрос на экологически чистую сталь посредством внедрения системы, связанной с выбросами CO_2 на протяжении всего жизненного цикла продукции и зданий, в которых используется сталь.

Хотя химическая промышленность Японии на протяжении последних нескольких десятилетий неуклонно повышала эффективность использования энергии в технологических процессах, её «вклад» в загрязнение атмосферы остается высоким. Примерно 40% потребности в электроэнергии обеспечивается собственными электростанциями сектора. При этом доля ископаемого топлива для её производства — около 70%, в том числе угля — около 30%²⁴.

Доля выбросов, связанных с потреблением энергии в нефтехимическом производстве²⁵, составляет 50,2% от общих выбросов химической промышленности. Значительно загрязняют воздушное пространство Японии и другие секторы химической промышленности: производство соды, аммиака, химических веществ для фармацевтических препаратов и полупроводниковых материалов [5, с. 7].

Большое количество CO_2 выбрасывается в атмосферу по причине использования отходящих газов в качестве источника тепла на установках крекинга нефти и собственных электростанциях, работающих на ископаемом топливе. Для сокращения выбросов отрасль стремится перейти на низкоэмиссионные варианты топлива, такие как водород и аммиак. Однако использующие их процессы в большинстве случаев более дорогостоящие, чем альтернативные варианты, что сдерживает спрос на них [6, с. 16].

Водород предполагается использовать в качестве не только топлива, но и сырья для многих процессов. В химическом секторе потенциальный спрос на водород к 2050 г. составит 6,3–7,3 млн т в год, что потребует инвестиций в размере 5–11 трлн иен (40–84 млрд долл.). Также разрабатываются технологии, не требующие водорода, и методы искусственного фотосинтеза для производства водорода, которые могут сыграть страте-

гическую роль. Общий объем инвестиций, необходимых для преобразования ресурсной базы химической промышленности Японии к 2050 г., в том числе для проведения научно-исследовательских работ, оценивается в 7,4–9,7 трлн иен (57–75 млрд долл.)²⁶.

Одно из направлений работы по достижению углеродной нейтральности в химической промышленности — замена источников тепла для печей крекинга нефти на декарбонизированное топливо, например, аммиак. Другое направление — замена сырья, получаемого из нефти, например, биоэтанола и отходами пластмасс²⁷. Однако разрабатываемые технологии в основном находятся на стадии концепции или раннего прототипа.

Кроме того, в настоящее время 70% пластиковых отходов в Японии сжигаются, что приводит к значительным косвенным выбросам CO_2 . Повторное использование пластиковой упаковки позволило бы снизить спрос на нее к 2050 г. на 2,3 млн т в год [7, с. 6].

Цементное производство является третьим по величине источником загрязнения окружающей среды после металлургической и химической промышленности: около 40% выбросов CO_2 приходится на процессы, связанные с энергопотреблением — сжиганием топлива для высокотемпературного обжига и измельчения сырья. Остальные 60% связаны с технологическими выбросами, главным образом, от термического разложения известняка²⁸.

В энергии, используемой для производства цемента, доля угля, 98,4% которого импортируется, составляет 75%, что значительно выше, чем 18% в Европейском союзе [8, с. 10]. Однако, если бы даже вся потребляемая энергия была заменена декарбонизированным топливом и возобновляемой электроэнергией, технологические выбросы оставались бы неизбежными, что сильно затрудняет процесс радикальной модернизации или сокращения производства цементной отрасли.

²⁴ Industrial Decarbonization in Japan. 2023 Edition. World Economic Forum, June 2023. P. 29, 33. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Industrial_Decarbonization_in_Japan_2023.pdf (дата обращения: 10.04.2026).

²⁵ В отличие от химической промышленности, перерабатывающей любое сырье, нефтехимия производит материалы исключительно из углеводородного сырья (нефть, попутный газ).

²⁶ Industrial Decarbonization in Japan. 2023 Edition. World Economic Forum, June 2023. P. 28. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Industrial_Decarbonization_in_Japan_2023.pdf (дата обращения: 10.04.2026).

²⁷ Reference to the Sector-Specific Investment Strategies (Chemicals). URL: <https://www.meti.go.jp/press/2024/12/20241227006/20241227006-3.pdf> (дата обращения: 04.05.2026).

²⁸ На этапе обжига подготовленная сырьевая смесь нагревается до 1450 °C во вращающейся печи, в результате чего образуется клинкер. При этом сжигание топлива и обжиг известняка приводят к выбросам большого количества CO_2 .

Для достижения углеродной нейтральности здесь, как и в случае химической промышленности, усилия направлены на переход на новое топливо и сырье. Первое направление включает замену ископаемого топлива в процессе обжига и выработки электроэнергии на биомассу и отходы, второе — переработку отходов бетона, гипса и других материалов, улавливание и повторное использование CO₂, а также и увеличение производства углеродно-нейтрального цемента.

В соответствии с Законом о переработке строительных отходов²⁹ бетонные отходы подлежат обязательной переработке. Однако затраты на извлечение из них кальция и обработку остатков после его извлечения значительно выше по сравнению с использованием отходов в качестве материала для дорожного полотна. Компенсировать их могло бы перекладывание затрат на извлечение кальция из отходов бетона на цену продукта.

Достижение углеродной нейтральности к 2050 г. планируется осуществить посредством конверсии топлива, используемого в угольных котлах, изменения физико-химических свойств угля перед сжиганием и преобразования продуктов сжигания для повышения эффективности и экологичности. Также предполагается увеличить производство цемента с использованием переработанного углерода за счет внедрения технологии улавливания CO₂, образующегося в процессе производства цемента, которая позволяет улавливать более 85% углекислого газа, образующегося в подогревателе.

План действий Японской ассоциации производителей цемента по достижению углеродной нейтральности направлен на сокращение к 2030 финансовому году общих выбросов CO₂ на 15% по сравнению с уровнем 2013 г., при этом меры по их снижению ограничиваются расширением использования топлива, получаемого из отходов, и повышением энергоэффективности. Однако выполнить эту задачу с помощью существующих энергосберегающих технологий проблематично³⁰.

Главными проблемами цементной промышленности Японии в настоящее время являются мед-

ленные темпы внедрения смешанного цемента³¹, сохраняющаяся зависимость от угля и медленное внедрение использования возобновляемых источников энергии³².

Повышение экологической ответственности в японском машиностроении — это многогранный процесс, обусловленный национальной целью достижения углеродной нейтральности к 2050 г. Он включает в себя переход от традиционного производства и зависимости от ископаемого топлива к водороду, аммиаку, а также внедрение высокоэффективных технологий выработки электроэнергии.

Одно из направлений сокращения выбросов электростанциями и тяжелой техникой — разработка двигателей, работающих на топливных смесях с добавлением водорода. Для достижения нулевых выбросов тепловой энергии крупные электростанции тестируют 20%-е преобразование аммиака. Ключевую роль в процессе декарбонизации низкотемпературного промышленного теплоснабжения и строительного сектора играют тепловые насосы. Также разрабатываются технологии для улавливания и хранения выбросов от производства, особенно в тяжелой промышленности.

Еще одно направление — разработка экологически чистых материалов, таких как композиты из целлюлозного волокна, сохраняющих прочность после многократных циклов переработки, заменяющих стекловолокно в автомобильных деталях. Повышать энергоэффективность производственных процессов помогает также интеграция цифровых технологий, искусственного интеллекта и интеллектуальных систем.

Нефтегазовая отрасль, которая входит в число ведущих промышленных секторов мира по объему выбросов парниковых газов, оказывает относительно небольшое влияние в Японии, поскольку большинство процессов с высоким уровнем выбросов, таких как подача нефти и газа из скважин, в Японии не осуществляются. Однако нефтеперерабатывающие предприятия недостаточно активно используют водород и аммиак в производственном процессе, по-прежнему полагаясь на нефть и газ.

²⁹ Construction Material Recycling Law. Ministry of the Environment. URL: <https://www.env.go.jp/content/900452889.pdf> (дата обращения: 05.05.2026).

³⁰ Reference to the Sector-Specific Investment Strategies (Cement). URL: <https://www.meti.go.jp/press/2024/12/20241227006/20241227006-5.pdf> (дата обращения: 06.05.2026).

³¹ Смешанный цемент — это портландцемент, содержащий добавки, улучшающие пластичность и долговечность.

³² The Decarbonization Pathway for Japan's Cement Industry: Take Urgent Actions to Align with the 1.5°C Target. Summary. 16.10.2025. URL: <https://www.renewable-ei.org/en/activities/reports/20251016.php> (дата обращения: 08.05.1026).

Причина: высокая стоимость низкоуглеродных решений [9; 10].

Повышение экологической ответственности в авиационном секторе достигается в основном посредством увеличения производства и использования устойчивого авиационного топлива (SAF)³³. Стратегия «зеленого» роста определяет SAF как ключевое низкоуглеродное решение для авиации, но не устанавливает какие-либо обязательные целевые показатели. Объявлено лишь о введении японскими авиакомпаниями к 2030 г. 10%-й смеси SAF в авиакеросине [11, с. 4].

Меры по декарбонизации принимаются на уровне авиакомпаний. Так, «JAL» обещает к 2030 финансовому году сократить общие выбросы CO₂ до 90% от уровня 2019 г. и к 2050 г. достичь нулевой отметки за счет модернизации оборудования, совершенствования производственных технологий и использования вторичного авиационного топлива. Авиакомпания «ANA» планирует к 2030 г. обеспечить объем выбросов углекислого газа по крайней мере на уровне 2019 г., а к 2050 г. добиться нулевых выбросов благодаря использованию устойчивого авиационного топлива и новых технологий³⁴.

ВЫВОДЫ

Результаты исследования показали, что, провозгласив цель достижения углеродной нейтральности к 2050 г., Япония целенаправленно движется по пути декарбонизации своей промышленности. Это проявляется в том, что в стране создана нор-

³³ Устойчивое авиационное топливо (Sustainable aviation fuel, SAF) — это экологически чистое топливо, производимое из экологически чистого сырья возобновляемых источников.

³⁴ Reference to the Sector-Specific Investment Strategies (Aircraft). URL: <https://www.meti.go.jp/press/2024/12/20241227006/20241227006-8.pdf>. (дата обращения: 08.05.2026).

мативная база, обязательная к исполнению всеми юридическими лицами, в основу которой положен принцип S+3E. Закон о продвижении зеленой трансформации (GX) и другие документы являются надёжной правовой основой для достижения поставленной цели.

Японская отраслевая система инструментов и мер экологической ответственности интересна для стран с развитой энергетикой, обрабатывающей промышленностью и транспортом, поскольку из-за их высокой доли в загрязнении окружающей среды именно на эти отрасли нацелена политика декарбонизации и достижения углеродной нейтральности. Законодательно закреплённая политика зеленой трансформации Японии предусматривает прежде всего структурные изменения в энергетике и «зеленую» модернизацию промышленных отраслей по намеченной дорожной карте. Безусловно, такой подход к использованию японского опыта возможен для стран с соизмеримым уровнем технологического развития. Стимулирует процесс экологизации промышленных отраслей нацеленность на экспорт экологически чистых технологий и использование системы торговли квотами на выбросы (GX-ETS), а также формирование устойчивого спроса на низкоуглеродную продукцию.

Безусловным достоинством японской политики формирования экологической ответственности можно считать ее комплексность и высокую степень научного обеспечения, поддерживаемую институционально. При специфичности инструментов и мер, принимаемых в различных секторах промышленности, они формируются в русле налоговой, инвестиционной и торговой политик в условиях цифровизации и интеллектуализации экономики, что в совокупности дает положительный эффект: выбросы углекислых газов в атмосферу постепенно снижаются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Перская В.В. Экологизация индустриализации как новый этап развития мировой экономики. *Экономика. Налоги. Право*. 2025;18(2):19-30. DOI: 10.26794/1999-849X-2025-18-2-19-30
Perskaya V. V. Greening of Industrialization as a New Stage in the Development of the Global Economy. *Ekonomika. Nalogi. Pravo = Economics, taxes & law*. 2025;18(2):19-30. (In Russ.). DOI: 10.26794/1999-849X-2025-18-2-19-30
2. Crippa M., Guizzardi D., Pagani F., Banja M., Muntean M. et al. GHG emissions of all world countries. 2025 Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2025. 289 p. DOI: 10.2760/9816914
3. Matsudaira S., Minatogawa T. Energy Laws and Regulations 2026. Japan. 22.12.2025. URL: <https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/energy-laws-and-regulations/japan/>.
4. Cavaliere P. Barriers to Steel Decarbonization. *Steel Research International*. 2026;1-23. DOI: 10.1002/srin.202511317

5. Furusawa Y. Pathway to decarbonization of petrochemicals in Japan. Tokyo: Renewable Energy Institute; February 2024. 39 p.
6. Osaki Y., Hughes L. Japan: Putting hydrogen at the core of its decarbonization strategy. Potsdam: Research Institute for Sustainability, June 2024. 20 p.
7. Kanazawa D., et al. Scope 1, 2, and 3 Net Zero Pathways for the Chemical Industry in Japan. *Journal of Chemical Engineering of Japan*. 2024;57(1):2360900. DOI: 10.1080/00219592.2024.2360900
8. Bai Y., Hasegawa M., Shirakawa H., Yamasue E., Tanikawa H. "Resource-carbon" redistribution caused by Japan's cement production and consumption: A life-cycle based multilayer perspective. *Environmental Impact Assessment Review*. 2025;115:108051. DOI: 10.1016/j.eiar.2025.108051
9. Obayashi Y. Japan's oil refiners scale back decarbonisation efforts, refocus on fossil fuels. 15.05.2025. URL: <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/japans-oil-refiners-scale-back-decarbonisation-efforts-refocus-fossil-fuels-2025-05-15/>.
10. Kennedy C. Top Japanese refiners step back from low-carbon investments. 15.05.2025. URL: <https://oilprice.com/Latest-Energy-News/World-News/Top-Japanese-Refiners-Step-Back-From-Low-Carbon-Investments.html>
11. Fantini M., Wesche J.P., Skjølsvold T.M., Chapman A.J. Low-carbon value chain building strategies across industrial and political contexts: A comparative analysis of decarbonization efforts in Norwegian and Japanese aviation. *Energy Research & Social Science*. 2026;131(104472):1-16. DOI: 10.1016/j.erss.2025.104472

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Лилия Сергеевна Ревенко — доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры международных экономических отношений и внешнеэкономических связей им. Н.Н. Ливенцева, МГИМО МИД России, Москва, Российская Федерация

Lilia S. Revenko — Dr. Sci. (Econ.), Prof., Prof. of Liventsev Department of International Economic Relations and Foreign Economic Affairs, MGIMO University, Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-1519-1183>

l.revenko@inno.mgimo.ru

Николай Сергеевич Ревенко — кандидат политических наук, ведущий научный сотрудник Института исследований международных экономических отношений, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

Nikolay S. Revenko — Cand. Sci. (Pol.), Leader Research Assoc., Institute for Research of International Economic Relations, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-0359-5201>

Автор для корреспонденции / Corresponding author:

reni100@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflicts of Interest Statement: The authors have no conflicts of interest to declare.

Статья поступила 14.05.2026; принята к публикации 30.06.2026.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The article was received 14.05.2026; accepted for publication 30.06.2026.

The authors read and approved the final version of the manuscript.