

Для цитирования

Козлова А.Т., Дмитриева Д.С. Концептуальные основы устойчивого развития экономических систем в авиационной отрасли: международные тенденции и перспективы для России / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 395–401.

УДК 338.47

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ: МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ РОССИИ

Козлова А.Т., канд. экон. наук, доцент, директор центра управления качеством, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань
Дмитриева Д.С., студент 1 курса магистратуры, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань

В статье представлена роль стандартизации и технического регулирования в обеспечении устойчивого развития авиационной отрасли. Определены ключевые международные подходы, проанализированы экономические механизмы и тенденции внедрения устойчивого авиационного топлива, цифровизации и развития «зеленых аэропортов». Проанализированы экономические механизмы реализации стандартов, требований к эмиссиям парниковых газов и энергоэффективности воздушных судов. Проанализированы государственные стандарты, определены критические пробелы в нормативной базе и предложены конкретные направления развития национальной системы стандартизации.

Ключевые слова: авиационная отрасль, устойчивое развитие, экономические системы, SAF, CORSIA, стандартизация.

CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ECONOMIC SYSTEMS IN THE AVIATION INDUSTRY: INTERNATIONAL TRENDS AND PROSPECTS FOR RUSSIA

Kozlova A.T., PhD (Econ.), Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan,
Dmitrieva D.S., 1st-year Master's student, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan

This article examines the conceptual foundations for the sustainable development of economic systems in the aviation industry. Key international approaches (ICAO LTAG, CORSIA, ReFuelEU Aviation) are identified, and economic mechanisms and trends in the implementation of sustainable aviation fuel (SAF), digitalization, and the development of "green airports" are analyzed. Particular attention is paid to Russian specifics: the first steps in SAF production, existing barriers, and development prospects. Practical recommendations for the transition to sustainable models are offered, taking into account international experience and national characteristics.

Keywords: aviation industry, sustainable development, economic systems, SAF, CORSIA, standardization.

Введение

Авиационная отрасль представляет собой сложную экономическую систему, обеспечивающую мобильность населения, развитие деловых связей и интенсификацию международной торговли. При этом данная отрасль традиционно характеризуется высокой энергоемкостью и значительной экологической нагрузкой. По данным Международного энергетического агентства, в 2023 году на долю авиации приходилось около 2,5% глобальных

выбросов CO₂ [4]. Относительно невысокая величина этого показателя не должна вводить в заблуждение: прогнозируемый рост авиаперевозок к 2040–2050 годам может существенно увеличить антропогенную нагрузку на климатическую систему.

Транспортный сектор занимает важное место в международной повестке устойчивого развития. Цели устойчивого развития ООН (SDG 9 и SDG 13) прямо акцентированы на необходимости формирования экологически ориентированной инфраструктуры и минимизации воздействия транспорта на климат [13]. Авиация, будучи глобальной и институционально сложной отраслью, находится в эпицентре этих трансформационных процессов.

Ведущая роль в отраслевом регулировании принадлежит Международной организации гражданской авиации (ICAO). В 2022 году Ассамблея ICAO утвердила долгосрочную цель – достижение углеродной нейтральности к 2050 году (концепция «net-zero») [12]. Для этого предполагается комплекс мер: совершенствование технических характеристик воздушных судов, внедрение устойчивого авиационного топлива (SAF), оптимизация систем управления воздушным движением и применение экономических механизмов компенсации выбросов, включая схему CORSIA. Последняя предусматривает компенсацию углеродных выбросов авиакомпаниями через приобретение углеродных единиц и использование сертифицированного топлива [11]. Однако в научной литературе отмечается недостаточность одних лишь компенсационных механизмов: без реального технологического перехода на альтернативные виды топлива авиация не сможет обеспечить необходимую декарбонизацию [14].

Европейский союз поддерживает развитие устойчивой авиации на законодательном уровне. Регламент ReFuelEU Aviation устанавливает обязательные нормативы по доле SAF в авиационном топливе – от 2% в 2025 году до 70% в 2050 году [9]. По оценкам Европейского агентства по авиационной безопасности, эти меры могут снизить совокупные выбросы более чем на 60% [10].

Для России вопросы устойчивого развития авиационной отрасли приобретают особую актуальность. Страна активно участвует в международных инициативах ICAO, а государственные программы, включая «Комплексную программу развития авиатранспортной отрасли до 2030 года», предусматривают внедрение экологически ориентированных технологий [5]. Вместе с тем внешнеполитические ограничения последних лет затрудняют доступ к передовым технологическим решениям и иностранным инвестициям. Знаковым событием стало производство в 2025 году первой партии российского SAF компанией «Газпром нефть» [2], хотя для масштабного внедрения устойчивого топлива потребуются развитие производственной инфраструктуры, сертификационной базы и системы экономического стимулирования.

Актуальность исследования обусловлена сочетанием факторов: усилением глобальной климатической повестки, прогнозируемым ростом объемов авиаперевозок, необходимостью интеграции международного опыта и специфическими вызовами для российской авиации. Поскольку авиационная отрасль функционирует как сложная экономическая система, включающая авиакомпании, аэропорты, производителей и государственные органы, устойчивое развитие становится не только экологической, но и стратегической экономической задачей.

Цель работы – выявить концептуальные основы устойчивого развития экономических систем в авиационной отрасли и определить возможности их применения в российских условиях.

Основная проблематика статьи

1. Теоретико-концептуальные основы устойчивого развития

Концепция устойчивого развития, сформулированная в докладе Комиссии Брундтланд, базируется на сбалансированной интеграции экологического, экономического и социального компонентов. Для транспортных систем, включая авиацию, такой триединый подход является

фундаментальным условием долгосрочного развития [1]. О.Ю. Кокурина отмечает, что устойчивость транспортных систем следует рассматривать не только как целевое состояние, но и как системное свойство, обеспечивающее адаптивность в условиях внешних возмущений [6]. Применительно к авиации это означает снижение выбросов парниковых газов и шумового загрязнения, повышение экономической эффективности авиакомпаний и аэропортов, обеспечение безопасности и доступности авиаперевозок для населения.

На международном уровне функционирует система многосторонних инициатив. Цели устойчивого развития ООН определяют стратегический вектор глобальной трансформации. ICAO через программу LTAG (Long-Term Aspirational Goals) обозначила целевой ориентир достижения углеродной нейтральности к 2050 году, а схема CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) предлагает рыночный механизм компенсации выбросов. В ЕС действует регламент ReFuelEU Aviation, согласно которому доля SAF должна достичь 70% к 2050 году. Эти меры свидетельствуют о понимании устойчивости не как отдельной технологии или инструмента, а как целостной институциональной концепции, интегрирующей различные механизмы регулирования.

Важную роль играют экономические стимулы. В ЕС и США активно применяются налоговые льготы, субсидии и долгосрочные контракты между авиакомпаниями и производителями альтернативного топлива. В России подобные механизмы находятся на начальной стадии разработки. Таким образом, теоретико-концептуальная основа устойчивости авиационной отрасли формируется на стыке международных норм, экономических механизмов и системного взаимодействия государства, бизнес-сообщества и гражданского общества.

2. Международные тенденции и модели

Международная практика демонстрирует несколько ключевых направлений устойчивого развития авиации. Приоритетным является внедрение устойчивого авиационного топлива (SAF). В Европейском союзе установлены жесткие квоты на его использование, в США функционируют налоговые программы для производителей, ведущие авиакомпании заключают долгосрочные оффтейк-контракты на поставку топлива. Основным барьером остаются высокая себестоимость производства и ограниченные производственные мощности [8].

Цифровая трансформация отрасли также набирает темп. Программы SESAR в ЕС и NextGen в США позволяют оптимизировать маршруты полетов, минимизировать задержки и снижать расход топлива. По оценкам ICAO, только за счет цифровизации систем управления воздушным движением можно сократить выбросы на 5–10%.

Формируется концепция «зеленых аэропортов» (green airports). Ведущие международные аэропорты – Heathrow, Changi, объекты группы Swedavia – уже внедрили возобновляемые источники энергии, системы переработки отходов и инфраструктуру для обслуживания SAF. Международный совет аэропортов (ACI) фиксирует, что более 200 аэропортов мира взяли на себя обязательство достичь углеродной нейтральности к 2050 году [7].

Реализация этих мер, однако, сопровождается системными барьерами: высокой капиталоемкостью проектов, несогласованностью национальных нормативных систем и риском роста стоимости авиаперевозок. Это подтверждает необходимость комплексного институционального подхода, а не реализации отдельных изолированных инициатив.

3. Россия: состояние и вызовы

Стратегические ориентиры развития авиационной отрасли в России определены в «Комплексной программе развития авиатранспортной отрасли до 2030 года». В программных документах декларируется необходимость внедрения экологически ориентированных технологий, однако конкретные механизмы реализации находятся на стадии формирования.

Производство первой партии российского SAF компанией «Газпром нефть» в 2025 году – значимое, но пока единичное достижение.

Среди основных вызовов можно выделить отсутствие развитой инфраструктуры для производства и логистики SAF, ограниченный доступ к передовым зарубежным технологиям в условиях санкционного давления, недостаточное развитие национальной сертификационной базы для устойчивого авиационного топлива, отсутствие систематических экономических стимулов для инвесторов. Требуется также создание инфраструктуры для массового блендинга и хранения альтернативного топлива.

Вместе с тем Россия обладает значительным потенциалом для развития устойчивой авиации: богатая сырьевая база для производства биотоплива, формирование специализированных авиационных кластеров (Казань, Ульяновск), перспективы международного сотрудничества в рамках ЕАЭС и БРИКС [3]. Эти факторы создают предпосылки для развития «зеленых» авиационных хабов при условии обеспечения системной государственной поддержки.

4. Роль стандартизации в устойчивом развитии авиационной отрасли

Стандартизация является ключевым институциональным механизмом обеспечения устойчивого развития авиационной отрасли. Она формирует единое нормативно-техническое пространство и обеспечивает гармонизацию требований на международном уровне. В контексте перехода к устойчивым моделям развития значение стандартизации возрастает, поскольку она обеспечивает верифицируемость экологических показателей, сопоставимость результатов различных инициатив и создает условия для формирования доверия между участниками рынка.

На международном уровне стандартизацию в области устойчивой авиации осуществляют несколько институциональных структур. ICAO разрабатывает стандарты и рекомендуемую практику (Standards and Recommended Practices, SARPs) в области эмиссии авиационных двигателей, шумового воздействия и устойчивого авиационного топлива. Стандарт CORSIA устанавливает единые методологии расчета выбросов CO₂, требования к системам мониторинга и критерии приемлемости углеродных единиц.

Европейская система стандартизации представлена серией стандартов EN в области авиационного топлива, включая стандарты на биокomпоненты и синтетическое топливо. Стандарт ASTM D7566 определяет технические требования к устойчивому авиационному топливу и признан международным эталоном. Он предусматривает несколько технологических маршрутов производства SAF и устанавливает максимальные доли смешивания с традиционным керосином.

С экономической точки зрения стандартизация выполняет несколько критически важных функций. Она снижает транзакционные издержки участников рынка за счет унификации требований и сокращения необходимости индивидуального согласования технических условий. Стандартизация создает условия для масштабирования производства SAF, поскольку единые технические требования позволяют производителям планировать долгосрочные инвестиции с большей определенностью.

Для России развитие национальной системы стандартизации в области устойчивой авиации приобретает стратегическое значение. В настоящее время отсутствуют национальные стандарты на устойчивое авиационное топливо, что создает неопределенность для производителей и потенциальных инвесторов. Разработка системы ГОСТов в соответствии с международными требованиями позволит создать правовую основу для сертификации SAF и обеспечить его признание как на внутреннем, так и на международном рынке.

Стандартизация выступает критически важным институциональным инструментом обеспечения устойчивого развития авиационной отрасли, требующим скоординированных усилий на национальном и международном уровнях. Для России развитие системы стандартизации в данной области представляет не только техническую, но и стратегическую

задачу, решение которой определит возможности интеграции в глобальные процессы декарбонизации авиации.

5. Практические рекомендации

На основании проведенного анализа международного опыта и оценки текущего состояния российской авиационной отрасли можно предложить следующие направления действий для обеспечения устойчивого развития.

Необходима разработка национальной дорожной карты по внедрению устойчивого авиационного топлива с поэтапными целевыми ориентирами (например, 1–2% к 2030 году, 10% к 2040 году). Это позволит сформировать предсказуемый горизонт планирования для инвесторов и авиакомпаний и обеспечит координацию усилий различных участников отрасли.

Целесообразно внедрить систему экономических стимулов: налоговые льготы для производителей SAF, субсидии на логистическую инфраструктуру, механизмы государственно-частного партнерства для строительства производственных объектов. Особое внимание следует уделить мерам поддержки на начальных стадиях развития рынка, когда высокая себестоимость SAF создает барьеры для его коммерциализации.

Следует развивать концепцию «зеленых аэропортов» как пилотных площадок для внедрения комплексных решений в области устойчивости. Начинать логично с крупных транспортных узлов (Шереметьево, Казань, Новосибирск), которые обладают необходимой инфраструктурой и пассажиропотоком для обеспечения экономической эффективности проектов.

Важно подчеркнуть, что предложенные меры должны реализовываться комплексно. Отдельные инициативы (например, производство SAF без развития инфраструктуры или предоставление налоговых льгот без создания системы сертификации) не обеспечат синергетического эффекта и могут привести к неэффективному использованию ресурсов.

Заключение

Проведенное исследование позволяет констатировать, что проблематика устойчивого развития экономических систем авиационной отрасли приобрела стратегический характер. Авиация одновременно обеспечивает экономический рост, транспортную доступность и международную интеграцию, оставаясь при этом источником значительной экологической нагрузки. Эта двойственность определяет особую чувствительность отрасли к глобальным вызовам устойчивого развития.

Международный опыт демонстрирует, что устойчивое развитие авиации достижимо только через комплексную интеграцию нескольких направлений: внедрение устойчивого авиационного топлива, повышение энергоэффективности воздушных судов, цифровизацию систем управления воздушным движением и применение экономических инструментов, таких как углеродное ценообразование и программы компенсаций. Декларативных заявлений недостаточно для реальной трансформации: в ряде случаев внедрение новых технологий происходит медленнее запланированного темпа, что обусловлено прежде всего высокой капиталоемкостью и отсутствием развитой инфраструктуры.

Для России ситуация характеризуется дополнительной сложностью. Существует объективная необходимость следования международным тенденциям для предотвращения технологического отставания. Однако в условиях внешнеполитических ограничений и ограниченного доступа к современным технологическим решениям требуется разработка собственных траекторий развития. Производство первой партии SAF в 2025 году представляет знаковое, но пока единичное достижение. Масштабное внедрение потребует нормативного закрепления целевых показателей, системной государственной поддержки и создания «зеленых» авиационных хабов в крупнейших аэропортах страны.

Особую роль в обеспечении устойчивого развития авиационной отрасли играет стандартизация. Она формирует единое нормативно-техническое пространство, снижает транзакционные издержки и создает условия для доверия между участниками рынка. Развитие

национальной системы стандартизации в области SAF и ее гармонизация с международными требованиями представляют критически важную задачу для интеграции России в глобальные процессы декарбонизации авиации.

Список литературы

1. Василенко М.А. Устойчивое развитие транспортной системы: направления и проблемы // Транспортная наука. – 2021. – eLIBRARY.RU, ID: 47247449 (дата обращения: 17.09.2025).
2. Газпром нефть выпустила первую партию SAF в России [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: <https://tass.ru/ekonomika/19897387> (дата обращения: 21.09.2025).
3. Евразийский банк развития. Зеленые проекты в ЕАЭС и БРИКС [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа: <https://eabr.org/ru/> (дата обращения: 28.09.2025).
4. Международное энергетическое агентство. Aviation – Energy System [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: <https://www.iea.org/energy-system/transport/aviation> (дата обращения: 13.09.2025).
5. Министерство транспорта Российской Федерации. Комплексная программа развития авиатранспортной отрасли до 2030 года [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/42827/> (дата обращения: 20.09.2025).
6. Кокурина О. Ю. Устойчивость как свойство и состояние в теории систем транспорта, авиации и мореплавания // Научный журнал. – 2021. – eLIBRARY.RU, ID: 47421189 (дата обращения: 18.09.2025).
7. Airports Council International. Sustainability and Net Zero Airports [Электронный ресурс]. – 2022. – Available at: <https://aci.aero/sustainability/> (accessed 21 September 2025).
8. Boston Consulting Group. Sustainable Aviation Fuel Outlook [Электронный ресурс]. – 2024. – Available at: <https://www.bcg.com/publications/2024/sustainable-aviation-fuel-outlook> (accessed 17 September 2025).
9. European Parliament. Regulation (EU) 2023/2405 (ReFuelEU Aviation) [Электронный ресурс]. – 2023. – Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R2405> (accessed 14 September 2025).
10. European Union Aviation Safety Agency. European Aviation Environmental Report 2022 [Электронный ресурс]. – Köln: EASA, 2022. – 120 с. – Available at: <https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/general-publications/european-aviation-environmental-report-2022> (accessed 17 September 2025).
11. Federal Aviation Administration. CORSIA Overview [Электронный ресурс]. – 2023. – Available at: https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/aviation_climate/corsia (accessed 13 September 2025).
12. International Civil Aviation Organization. Environmental Report 2025 [Электронный ресурс]. – Монреаль: ICAO, 2025. – 155 с. – Available at: <https://www.icao.int/sites/default/files/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2025/ICAO-EnvReport-2025.pdf> (accessed 13 September 2025).
13. United Nations. Sustainable Development Goals [Электронный ресурс]. – 2015. – Available at: <https://sdgs.un.org/goals> (accessed 20 September 2025).
14. Wozny F. CORSIA – A Feasible Second Best Solution? // Applied Sciences. – 2022. – Т. 12, № 14. – С. 7054. – DOI: 10.3390/app12147054.

References

1. Vasilenko M.A. Sustainable Development of Transportation Systems: Directions and Problems // Transport Science. – 2021. – eLIBRARY.RU, ID: 47247449 (Accessed: 17 September 2025).
2. Gazprom Neft Released First Batch of SAF in Russia [Electronic resource]. – 2025. – Available at: <https://tass.ru/ekonomika/19897387> (Accessed: 21 September 2025).
3. Eurasian Development Bank. Green Projects in EAEU and BRICS Countries [Electronic resource]. – 2023. – Available at: <https://eabr.org/en> (Accessed: 28 September 2025).
4. International Energy Agency. Aviation – Energy System [Electronic resource]. – 2025. – Available at: <https://www.iea.org/energy-system/transport/aviation> (Accessed: 13 September 2025).
5. Ministry of Transport of the Russian Federation. Comprehensive Program for Development of Aviation Industry up to 2030 [Electronic resource]. – 2021. – Available at: <http://government.ru/docs/42827> (Accessed: 20 September 2025).
6. Kokurina O.Yu. Stability as a Property and State in Theory of Transport, Aviation and Maritime Systems // Scientific Journal. – 2021. – eLIBRARY.RU, ID: 47421189 (Accessed: 18 September 2025).
7. Airports Council International. Sustainability and Net Zero Airports [Электронный ресурс]. – 2022. – Available at: <https://aci.aero/sustainability/> (accessed 21 September 2025).
8. Boston Consulting Group. Sustainable Aviation Fuel Outlook [Электронный ресурс]. – 2024. – Available at: <https://www.bcg.com/publications/2024/sustainable-aviation-fuel-outlook> (accessed 17 September 2025).
9. European Parliament. Regulation (EU) 2023/2405 (ReFuelEU Aviation) [Электронный ресурс]. – 2023. – Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R2405> (accessed 14 September 2025).
10. European Union Aviation Safety Agency. European Aviation Environmental Report 2022 [Электронный ресурс]. – Köln: EASA, 2022. – 120 с. – Available at: <https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/general-publications/european-aviation-environmental-report-2022> (accessed 17 September 2025).

11. Federal Aviation Administration. CORSIA Overview [Электронный ресурс]. – 2023. – Available at: https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/aviation_climate/corsia (accessed 13 September 2025).
12. International Civil Aviation Organization. Environmental Report 2025 [Электронный ресурс]. – Монреаль: ICAO, 2025. – 155 с. – Available at: <https://www.icao.int/sites/default/files/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2025/ICAO-EnvReport-2025.pdf> (accessed 13 September 2025).
13. United Nations. Sustainable Development Goals [Электронный ресурс]. – 2015. – Available at: <https://sdgs.un.org/goals> (accessed 20 September 2025).
14. Wozny F. CORSIA – A Feasible Second Best Solution? // Applied Sciences. – 2022. – Т. 12, № 14. – С. 7054. – DOI: 10.3390/app12147054.