

## ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА

DOI: <https://doi.org/10.24891/eleift>EDN: <https://elibrary.ru/eleift>

### Екатерина Андреевна АРЛАЩЕНКОВА

аспирант базовой кафедры Газпромбанка «Экономика и банковский бизнес», Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации (МГИМО (У) МИД России), Москва, Российская Федерация

e-mail: [katarinna0310@gmail.com](mailto:katarinna0310@gmail.com)

ORCID: 0009-0008-2827-6048

SPIN: отсутствует

#### История статьи:

Reg. № 679/2025

Получена 23.10.2025

Одобрена 28.11.2025

Доступна онлайн

30.03.2026

Специальность: 5.2.5

УДК 339.9

JEL: F01, O32

#### Ключевые слова:

энергопереход,  
водород, водородная  
энергетика,  
декарбонизация,  
возобновляемые  
источники энергии

#### Аннотация

**Предмет.** Развитие водородной энергетики в условиях глобального энергоперехода.

**Цели.** Определить ключевые финансово-экономические механизмы стимулирования водородной энергетики в условиях глобального энергоперехода.

**Методология.** Используются контент-анализ, сравнительный анализ, метод обобщения и систематизации результатов.

**Результаты.** Выделен перечень наиболее распространенных финансово-экономических механизмов стимулирования водородной энергетики в условиях глобального энергоперехода, а также обозначены наиболее перспективные инструменты развития отрасли, которые могут быть апробированы в ближайшем будущем.

**Область применения.** Результаты могут быть использованы компетентными государственными ведомствами в части экономического аспекта развития водородной энергетики.

**Выводы.** Полноценная и устойчивая интеграция водорода в мировую экономику в рамках глобального энергоперехода невозможна только за счет мер государственной поддержки без добровольного спроса на водород со стороны корпоративного сектора. Механизмы проектного финансирования и государственно-частного партнерства обеспечивают оптимальное соотношение государственного и корпоративного участия в проектах и создают благоприятный инвестиционный климат для частной стороны за счет применения комплексного подхода к управлению рисками и участия публичной стороны в качестве гаранта по тому или иному проекту. Тандем государственного и частного сектора обеспечивает создание спроса, необходимого для масштабирования водорода в отраслях экономики.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2025

**Для цитирования:** Арлащенко Е.А. Финансово-экономические механизмы стимулирования водородной энергетики в условиях глобального энергетического перехода // Финансы и кредит. – 2026. – № 3. – С. 206 – 218. DOI: 10.24891/eleift EDN: ELEIFT

На современном этапе мировая энергетика сталкивается с рядом принципиально новых вызовов и задач, определяющих перспективные векторы ее развития. Под воздействием комплекса факторов мировой энергетический ландшафт переживает глубокую структурную трансформацию, означающую глобальный переход от традиционных<sup>1</sup> источников энергии к более диверсифицированной и экологически устойчивой модели развития [1].

Катализаторами глобального энергетического перехода выступают климатическая повестка, укрепление экономической конкурентоспособности возобновляемых источников энергии (ВИЭ), вопросы энергетической безопасности и технологические инновации. Ключевые тренды развития современной энергетики представлены в *табл. 1*.

Среди обозначенных трендов для энергоперехода стратегическое значение имеют декарбонизация и развитие чистой энергетики, под которой понимается комплекс технологий и источников энергии, чье воздействие на окружающую среду с точки зрения выбросов парниковых газов минимально<sup>2</sup>. В условиях борьбы с изменением климата все больше стран уделяют внимание задаче снижения выбросов парниковых газов, которую невозможно выполнить без масштабирования чистой энергетики.

Наряду с ВИЭ водородная энергетика выделяется в качестве одного из треков низкоуглеродного развития современной энергетики. Целесообразность применения водорода в контуре чистой энергетики характеризуется рядом его уникальных физико-химических свойств [2]. К преимуществам водорода относят высокую теплоемкость, экологичность, отсутствие парниковых газов при сгорании и повсеместность, что обуславливает возможность применения водорода как ключевого компонента энергетических систем замкнутого цикла.

Современная экологическая повестка, ужесточение климатических стандартов и тренд декарбонизации выступают главными факторами развития водородной энергетики в условиях глобального энергетического перехода [3]. В рамках борьбы с изменением климата в 2015 г. было принято Парижское соглашение, целями которого являются недопущение превышения глобальной среднегодовой температуры на планете на 2 °С по сравнению с доиндустриальным уровнем и удержание глобального потепления в пределах отметки 1,5 °С<sup>3</sup>. Водород представляется перспективным вектором развития в отраслях промышленности, трудно поддающихся декарбонизации, например, транспорт и энергетика, на которые приходится большая часть выбросов углекислого газа. [4].

Важно отметить, что развитие водородной энергетики – следствие объективной и перманентной необходимости улучшения показателей эффективности энергоносителей и обеспечения энергетической безопасности путем диверсификации источников энергии в составе энергобаланса [5], не ограничивающееся сугубо климатической повесткой. На фоне геополитической нестабильности наблюдаемая мировая тенденция к сокращению легкодоступных запасов углеводородов<sup>4</sup> укрепляет растущий интерес к водороду как альтернативному энергоресурсу [6, 7].

Развитие водородной энергетики закономерно на фоне роста мирового потребления энергии по мере расширения мировой экономики. Удовлетворение растущего энергетического спроса требует инновационных решений и построения устойчивого энергетического баланса [8]. Переход к новому технологическому укладу сопровождается такими явлени-

<sup>1</sup> Под традиционными источниками энергии понимаются нефть, природный газ и уголь.

<sup>2</sup> Для целей настоящего исследования вводится допущение о том, что низкоуглеродная и чистая энергетика имеют схожий характер.

<sup>3</sup> Paris Agreement. UN, 2019. URL: [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf)

<sup>4</sup> В контексте исследования понятия «углеводороды» и «традиционные источники энергии» синонимичны.

ями, как повсеместная электрификация и бум цифровизации за счет масштабирования ИИ и центров обработки данных (ЦОД) [8]. По данным исследования [9], в перспективе до 2030 г. годовые темпы прироста составят порядка 15%, при этом доля ЦОД в общемировом потреблении электроэнергии составит 3% по сравнению с 1% в 2014 г. Наряду с ВИЭ водород может выступить энергоносителем для покрытия растущего спроса на электроэнергию [10].

По оценкам компании BP<sup>5</sup>, большая часть прироста спроса на электроэнергию покрывается за счет ВИЭ, где по состоянию на 2024 г. общая доля в мировой генерации электроэнергии составляет порядка 30-35%, демонстрируя устойчивую положительную динамику год от года. По мере расширения доли ВИЭ в мировом энергобалансе мировая экономика стоит перед необходимостью поиска принципиально новых технологических решений, способных формировать устойчивые, автономные и гибкие энергосистемы [11]. В условиях нестабильной генерации ВИЭ благодаря своим уникальным свойствам накопителя энергии водород в перспективе может решить проблему тиражирования ВИЭ и обеспечить стабильность электрогенерации возобновляемой энергетики [12].

Несмотря на тот факт, что водород – самый распространенный элемент во Вселенной, в чистом виде в природе он практически не встречается. Способы получения водорода путем проведения той или иной химической реакции и характеристики исходного сырья составляют основные технологии производства водорода. В свою очередь выбранная технология производства определяет цвет, экономические параметры и экологичность водорода, то есть объем выбросов углекислого газа (CO<sub>2</sub>) и степень воздействия на окружающую среду. Сводный анализ характеристик водорода на основе технологии производства позволил получить данные, представленные на *рис. 1*.

Как следует из данных *рис. 1*, наибольшей эффективности достигли зрелые и апробированные технологии паровой конверсии метана и электролиза с уровнем КПД в 75%. При этом четко прослеживается коллизия экономики и экологии: чем экологичнее водород, тем выше его стоимость и, следовательно, ниже экономическая конкурентоспособность.

Несмотря на относительно низкую стоимость производства, масштабирование серого водорода нецелесообразно с экологической точки зрения, поэтому требуется поиск альтернативных производственных технологий. Масштабирование технологии электролиза для производства экологически чистого зеленого водорода в текущих условиях не представляется возможным ввиду ограничений экономического характера и высокой стоимости производимого водорода.

На основании приведенных показателей КПД целесообразно указать, что альтернативным технологиям производства экологичного водорода (термолиз, пиролиз и фотолиз) требуется достижение зрелости и повышение КПД для повышения конкурентоспособности.

Компромиссным вариантом представляется голубой водород, где наличие углеродного следа компенсируется относительно низкой стоимостью по сравнению с экологически чистым зеленым водородом. Важно отметить, что масштабирование технологии улавливания и утилизации CO<sub>2</sub> приведет не только к уменьшению доли капитальных затрат, влияющих на стоимость голубого водорода, но и повышению эффективности обращения с CO<sub>2</sub>, что создаст благоприятные условия для популяризации голубого водорода.

Для определения ключевых финансово-экономических механизмов развития водородной энергетики с учетом специфики вида водорода необходимо провести сравнительный ана-

---

<sup>5</sup> BP Energy Outlook. 2025. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2025.pdf>

лиз водородных стратегий. В ходе исследования автором были подробно рассмотрены водородные стратегии стран – лидеров водородной энергетики и определены основные направления развития отрасли с учетом специфики экономики и энергетического сектора той или иной страны.

Водородная стратегия представляет собой комплексный подход к развитию отрасли, который включает в себя технологический, экономический, экологический и политический аспекты реализации водородной энергетики. Эффективность водородной стратегии обеспечивается постановкой конкретных целей и задач, поэтапным планом их выполнения и мерами государственной поддержки, способствуя привлечению корпоративного финансирования. Результаты сводного анализа водородных стратегий стран-лидеров водородной энергетики представлены в *табл. 2*.

Как следует из анализа, целеполагание абсолютного большинства водородных стратегий отражает общемировые экологические тенденции и риторику климатической повестки. Общая тенденция такова, что вне зависимости от вектора экономической политики зеленому водороду отводится ведущая роль в процессе достижения углеродной нейтральности в рамках развития низкоуглеродной энергетики и декарбонизации отраслей экономики. В большинстве рассмотренных случаев опциональная роль в реализации водородных стратегий отводится голубому водороду, который уступает зеленому водороду по экологичности, но более конкурентоспособен с экономической точки зрения.

В некоторых странах – импортерах водорода (ЕС, Япония), где традиционно вопрос энергетической безопасности находится в фокусе внимания, водород рассматривается как инструмент для структурной перестройки национального энергетического ландшафта в условиях геополитической нестабильности. При определении ключевых параметров развития водородной энергетики страны-импортеры исходят прежде всего из задачи снижения доли ископаемых энергоресурсов в энергетическом секторе из соображений не только экологии, но и снижения зависимости от импорта энергоносителей. При этом в стратегиях стран-импортеров четко прослеживается фокус на технологическое лидерство в различных сегментах водородного рынка. Так, для повышения конкурентоспособности национальных экономик стратегии Японии и Германии ставят целью развитие высокотехнологичного экспорта водородных технологий (преимущественно топливных элементов).

Обеспеченность ресурсной базы определяет ориентацию на производство того или иного типа водорода. Например, в странах с высокой обеспеченностью климатическими ресурсами (Австралия, Индия) приоритетным направлением развития выбран зеленый водород, для производства которого требуется электроэнергия ВИЭ. С учетом фактора нестабильной генерации ВИЭ применение водорода может быть целесообразно в гибридных системах генерации электроэнергии, где генерирующие мощности ВИЭ оснащены водородными системами накопления энергии для обеспечения бесперебойного энергоснабжения в течение всего дня [13, 14].

В России с учетом наличия обширных запасов природного газа и развитости газовой промышленности приоритет отдается голубому водороду как одному из перспективных направлений расширения экспорта энергоносителей на мировой рынок [9].

В рамках масштабирования водородной энергетики стратегической задачей является создание устойчивого спроса на водород для успешной интеграции водорода в промышленность и энергетику [11]. Анализ водородных стратегий позволил выделить ключевые финансово-экономические механизмы стимулирования спроса на водород и их апробацию в рамках реализации данных стратегий (*табл. 3*).

Представленные данные имеют типовой характер. По мере развития водородной энергетики механизмы стимулирования корректируются с учетом роста объемов потребления водорода и спроса со стороны коммерческих предприятий. На основании сказанного к наиболее перспективным механизмам внедрения водорода в промышленность и энергетику целесообразно отнести (1) субсидии и финансирование научно-исследовательских разработок, (2) инструменты углеродного регулирования и (3) гармонизацию норм и стандартов производственно-сбытовой цепочки водорода [15].

Немаловажную роль в масштабировании водородной энергетики играют механизмы финансирования соответствующих проектов. Практика показывает, что механизмы государственно-частного партнерства и проектного финансирования обеспечивают оптимальную и сбалансированную структуру финансирования водородного проекта за счет привлечения частных инвестиций [16]. Применение данного подхода также позволяет равномерно распределять риски между участниками проекта, что обеспечивает его экономическую эффективность и оптимальные параметры участия публичной и частной сторон в контексте той или иной сделки [17].

Развитие водородной энергетики носит комплексный характер и отражает не только современные климатические реалии, но и устойчивые тренды развития мировой экономики и энергетики. Структурная перестройка мировой энергетики в контексте глобального энергетического перехода и рост мирового энергопотребления создают объективные предпосылки развития водородной энергетики как перспективного трека низкоуглеродной энергетики будущего.

Инновационный характер отрасли предопределяет особенности ее масштабирования и необходимые для этого меры продвижения. Экологическая повестка, геополитический контекст и новые экономические реалии нашли отражение в водородных стратегиях, где водородная энергетика выступает флагманом низкоуглеродного развития экономики, а также направлением диверсификации энергобаланса в контексте обеспечения энергетической безопасности. На фоне прогнозов многократного роста рынка водорода страны-лидеры стремятся нарастить экспортный потенциал для перехвата стратегической инициативы в поставках водорода на мировой энергетический рынок.

Важно отметить, что полноценное и устойчивое масштабирование водородной энергетики невозможно только за счет мер государственной поддержки без добровольного спроса на водород со стороны корпоративного сектора. Наиболее перспективными механизмами стимулирования водородной энергетики на настоящем этапе представляются инструменты государственно-частного партнерства и проектного финансирования. Данные механизмы обеспечивают оптимальное соотношение государственного и корпоративного участия в проектах и создают благоприятный инвестиционный климат для частной стороны за счет применения комплексного подхода к управлению рисками и участия публичной стороны в качестве гаранта по тому или иному проекту. Тандем государственного и частного сектора обеспечивает создание устойчивого спроса, необходимого для успешной интеграции водорода в мировую экономику и энергетику.

В дальнейшем целесообразно проведение комплексных исследований по апробации данных механизмов с учетом роста числа проектов водородной энергетики.

**Таблица 1****Ключевые тренды современной энергетики****Table 1****Key trends in modern energy**

<b>Тренд</b>	<b>Характеристика</b>
Декарбонизация*	Климатические обязательства стран по снижению выбросов парниковых газов для борьбы с изменением климата
Расширение доли ВИЭ	Бурный рост солнечной и ветровой энергетики на фоне удешевления технологий позволяет достичь экономической конкурентоспособности
Цифровизация и умные энергосистемы	Применение искусственного интеллекта (ИИ), цифровых двойников, анализа данных для оптимизации генерации, хранения и распределения энергии
Системы накопления энергии (СНЭ)	Развитие литий-ионных, натрий-ионных аккумуляторов позволяет балансировать нестабильную генерацию ВИЭ
Электрификация транспорта и промышленности	Снижение выбросов парниковых газов за счет перехода с ископаемого топлива на электроэнергию
Альтернативные энергоресурсы	Водород, аммиак, синтетические виды топлива для декарбонизации сложных секторов (транспорт, энергетика)
Технологии замкнутого цикла	Переход от линейных к циклическим энергетическим системам, при котором отходы одного процесса становятся ресурсом для другого, а потери сводятся к минимуму

\* Декарбонизация – процесс снижения выбросов парниковых газов в рамках перехода к чистой энергетике.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Таблица 2****Сводный анализ некоторых водородных стратегий по странам – лидерам водородной энергетики****Table 2****Summary analysis of some hydrogen strategies by leading hydrogen energy countries**

<b>Страна/ группа</b>	<b>Цели</b>	<b>Вид водорода</b>	<b>Ключевые показатели</b>
<b>Импорт</b>			
ЕС	Диверсификация энергобаланса в целях обеспечения энергетической безопасности. Ускорение перехода к чистой энергетике	Зеленый (приоритет); голубой (опция)	Производство – 10 млн т (к 2030 г.) <sup>*1</sup> . Импорт – 10 млн т (к 2030 г.). Инвестиции – ~49 млрд евро (к 2027 г.)
США	Достижение углеродной нейтральности к 2050 г. Устойчивый экономический рост в рамках перехода к чистой энергетике	Голубой (приоритет); зеленый (среднесрочная перспектива)	Производство: – 10 млн т/г. (к 2030 г.) <sup>*2</sup> ; – 20 млн т/г. (к 2040 г.); – 50 млн т/г. (к 2050 г.). Инвестиции – 9,5 млрд долл. США (2022 г.)
Германия	Диверсификация энергобаланса в целях обеспечения энергетической безопасности. Ускорение перехода к чистой энергетике. Технологическое лидерство на мировом рынке водорода	Зеленый (приоритет); голубой (опция)	Инвестиции – 3,9 млрд евро (к 2030 г.) <sup>*3</sup>

Страна/ группа	Цели	Вид водорода	Ключевые показатели
Япония	Достижение углеродной нейтральности к 2050 г. Технологическое лидерство на мировом рынке водорода. Обеспечение энергетической безопасности	Зеленый, голубой	Потребление – 12 млн т/г. (к 2040 г.) <sup>*4</sup> . Инвестиции – ~150 трлн японских йен (к 2030 г.)
Республика Корея	Создание «водородной экосистемы»	Голубой (приоритет); зеленый (опция)	Потребление <sup>*5</sup> : – 3,9 млн т/г. (к 2030 г.); – 27,9 млн т/г. (к 2050 г.)
<b>Экспорт</b>			
Индия	Глобальный центр производства, использования и экспорта возобновляемого водорода. Декарбонизация экономики	Зеленый (приоритет); серый и бурый (краткосрочная перспектива)	Производство <sup>*6</sup> – ~5 млн т/г. (к 2030 г.)
Австралия	Достижение углеродной нейтральности к 2050 г. Ведущая роль по поставкам низкоуглеродного водорода на мировой рынок	Зеленый	Производство <sup>*7</sup> – 15 млн т/г. Экспорт: – 0,2–1,2 млн т/г.; – 30 млн т/г.
Россия	Ведущая роль по поставкам низкоуглеродного водорода на мировой рынок. Диверсификация энергобаланса. Устойчивое повышение экологичности энергетики	Голубой (приоритет); зеленый (опция)	Экспорт <sup>*8</sup> : – 2–12 млн т/г. (к 2035 г.); – 15–50 млн т/г. (к 2050 г.)
<b>Индивидуальная траектория</b>			
Китай	Создание устойчивой инфраструктуры для экологической трансформации энергетики. Диверсификация энергобаланса. Стимулирование инноваций и научно-технического прогресса	Зеленый (приоритет); голубой (опция); розовый (опция)	Производство <sup>*9</sup> : – 0,1–0,2 млн т/г. (к 2025 г.). Транспорт – 50 тыс. единиц транспортных средств на водородных топливных элементах (ТЭ)

<sup>\*1</sup> REPowerEU. European Commission, 2022. URL: [https://energy.ec.europa.eu/topics/eus-energy-system/hydrogen\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/eus-energy-system/hydrogen_en)

<sup>\*2</sup> US National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap. US Government, 2022.

URL: [https://www.hydrogen.energy.gov/docs/hydrogenprogramlibraries/pdfs/us-national-clean-hydrogen-strategy-roadmap.pdf?sfvrsn=c425b44f\\_5](https://www.hydrogen.energy.gov/docs/hydrogenprogramlibraries/pdfs/us-national-clean-hydrogen-strategy-roadmap.pdf?sfvrsn=c425b44f_5)

<sup>\*3</sup> National Hydrogen Strategy Update. The Federal Government, 2023.

URL: [https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/national-hydrogen-strategy-update.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/national-hydrogen-strategy-update.pdf?__blob=publicationFile&v=2)

<sup>\*4</sup> Basic Hydrogen Strategy. Ministry of Renewable Energy, Hydrogen and Related Issues of Japan, 2022.

URL: [https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene\\_shinene/suiso\\_seisaku/pdf/20230606\\_5.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/20230606_5.pdf)

<sup>\*5</sup> Achievements and Vision of Korea's Hydrogen Economy Policy. Ministry of Trade, Industry and Energy of Korea, 2022. URL: [https://www.gen-4.org/gif/upload/docs/application/pdf/2024-05/4b\\_korea\\_hydrogen\\_policy\\_2022.pdf](https://www.gen-4.org/gif/upload/docs/application/pdf/2024-05/4b_korea_hydrogen_policy_2022.pdf)

<sup>\*6</sup> Ministry of New and Renewable Energy National Green Hydrogen Mission. Government of India, 2023.

URL: <https://cdnbbsr.s3waas.gov.in/s3716e1b8c6cd17b771da77391355749f3/uploads/2023/01/2023012338.pdf>

<sup>\*7</sup> Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water National Hydrogen Strategy. Australian Government, 2024. URL: <https://www.dceew.gov.au/sites/default/files/documents/national-hydrogen-strategy-2024.pdf>

<sup>\*8</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 05.08.2021 №2162 «Об утверждении Концепции развития водородной энергетики в Российской Федерации».

<sup>\*9</sup> Hydrogen Industry Development Plan (2021–2035). National Development and Reform Commission (NDRC), 2021. URL: [https://zfxgk.nea.gov.cn/1310525630\\_16479984022991n.pdf](https://zfxgk.nea.gov.cn/1310525630_16479984022991n.pdf)

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3

## Механизмы стимулирования спроса на водород и их апробация

Table 3

## Mechanisms for stimulating hydrogen demand and their testing

Механизм	Характеристика	Апробация
Государственные закупки и обязательные квоты	Обязательства закупки водорода	European Green Deal, Fit+5 (ЕС, 2019); REPowerEU (ЕС, 2022 г.)
Субсидии и финансовая поддержка конечного потребителя	Прямая финансовая поддержка и (или) скидки на водородную продукцию	Inflation Reduction Act (США, 2022 г.)
Субсидии и гранты для инфраструктуры и научно-исследовательских разработок	Инвестиции в проекты и (или) опытно-промышленные образцы. Прямое финансирование фундаментальных исследований. Капитальные гранты	Horizon Europe (ЕС, субсидирование). Hydrogen Society Promotion Act (Япония, НИР). Clean Hydrogen Partnership (ЕС, НИР). Проект «Чистая энергетика» Минэнерго России (Россия, 2021 г.)
Налоговые льготы и кредиты	Предоставление налоговых вычетов и (или) освобождение от уплаты налогов	Inflation Reduction Act (США, 2022 г.). Профильная инициатива DOE H2@Scale (США, 2019 г.). Нулевая ставка налога на добычу полезных ископаемых для производства водорода (Россия)
Профильные инвестиционные фонды	Финансирование на льготных условиях. Специальные инвестиционные механизмы и планы. Комплексная экспертиза проектов	Plug Power (США). TotalEnergies Ventures (Франция). BP Ventures (Великобритания)
Государственно-частное партнерство (ГЧП) и проектное финансирование (ПФ)	Создание совместных предприятий и концессий для совместной проработки водородных технологий. Создание долгосрочных соглашений между производителями и потребителями водорода	European Clean Hydrogen Alliance (ЕС, ГЧП). Hydrogen Energy Supply Chain (Австралия, ГЧП). Masdar Green Hydrogen (ОАЭ, ПФ). Baltic Hydrogen Valley (ЕС, ПФ)
Меры углеродного регулирования	Инструменты для сокращения выбросов CO <sub>2</sub>	Система торговли выбросами CO <sub>2</sub> EU ETS (ЕС). Углеродное налогообложение и стандартизация выбросов для энергетики (Japan's Long-Term Strategy under the Paris Agreement, Япония). Углеродные кредиты и налоги (Canada Clean Fuel Standard)
Гармонизация норм и стандартов производственно-сбытовой цепочки водорода	Разработка унифицированных стандартов безопасности, качества и бенчмарков	В перспективе: – единые технические стандарты производства, транспортировки и хранения; – создание бенчмарка видов водорода; – единые стандарты безопасности; – нормативы экологической отчетности и устойчивости; – согласование подходов к лицензированию рынка

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 1****Характеристики водорода на основе выбранной технологии производства****Figure 1****Characteristics of hydrogen based on selected production technology**

Цвет водорода	Технология производства	Исходное сырье	Объем выбросов CO <sub>2</sub> , кг CO <sub>2</sub> /кг водорода	Коэффициент полезного действия (КПД), %	Стоимость, долл. США/кг водорода
Серый	Паровая конверсия метана	Природный газ	12,5	68	1,8
Голубой	Паровая конверсия метана (с применением технологии улавливания и утилизации CO <sub>2</sub> )	Природный газ	3,5	68	4,3
Зеленый	Электролиз	ВИЭ	0	75	10,5
Бурый	Газификация	Уголь, нефть	19,	35	1,9
Розовый	Термолиз (высокотемпературный электролиз)	Ядерная энергия	0	33	8,2
Бирюзовый	Пиролиз метана	Природный газ	1	43	2,7
Желтый	Фотолиз	ВИЭ (солнечная энергия)	0,2	15	3,1

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Список литературы**

1. Гулиев И.А. Международные энергетические отношения в условиях глобального энергетического перехода: технологический аспект // Дискуссия. 2024. № 5. С. 171–176. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnye-energeticheskie-otnosheniya-v-usloviyah-globalnogo-energeticheskogo-perehoda-tehnologicheskij-aspekt>
2. Карасевич В.А., Федюхин А.В., Повернов М.С. Технические аспекты производства, логистики и использования водорода // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2022. № 10. С. 102–107. EDN: YZZFRJ
3. Collis J., Schomäcker R. Determining the production and transport cost for H<sub>2</sub> on a global scale. *Frontiers in Energy Research*, 2022, vol. 10. DOI: 10.3389/fenrg.2022.909298
4. Lima G.M., Belchior F.N., Villena J.E.N. et al. Hybrid electrical energy generation from hydropower, solar photovoltaic and hydrogen. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2024, vol. 53, pp. 602–612. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2023.12.092
5. Pillay K., Mohanlal S., Dobson B., Adhikari B. Evaluating institutional climate finance barriers in selected SADC countries. *Climate Risk Management*, 2025, vol. 47, 100694. DOI: 10.1016/j.crm.2025.100694
6. Huang J., Balcombe P., Feng Z. Technical and economic analysis of different colours of producing hydrogen in China. *Fuel*, 2023, vol. 337, 127227. DOI: 10.1016/j.fuel.2022.127227
7. Kindra V., Maksimov I., Oparin M. et al. Hydrogen Technologies: A Critical Review and Feasibility Study. *Energies*, 2023, vol. 16, iss. 14, 5482. DOI: 10.3390/en16145482

8. Аксютин О.Е., Ишков А.Г., Романов К.В., Тетеревлев Р.В. Метано-водородная энергия для низкоэмиссионного развития // Газовая промышленность. 2018. № 11. С. 120–125. EDN: YNJXLF
9. Арутюнов В.С. О прогнозах глобального энергоперехода // ЭКО. 2022. № 7. С. 51–66. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2022-7-51-66 EDN: KFIAFX
10. Салыгин В.И., Дениз Д.С. Потенциал возобновляемой энергетики и трансформация глобального топливно-энергетического баланса: теоретические аспекты // Вопросы инновационной экономики. 2021. Т. 11, № 4. С. 1893–1904. DOI: 10.18334/vines.11.4.113776 EDN: RBZPML
11. Gössling S., Higham J. The Low-Carbon Imperative: Destination Management under Urgent Climate Change. *Journal of Travel Research*, 2021, vol. 60, iss. 6, pp. 1167–1179. DOI: 10.1177/0047287520933679 EDN: CZWHVU
12. Кулешов Н.В., Григорьев С.А., Кулешов В.Н. и др. Низкотемпературные электролизеры воды для автономных энергоустановок с водородным накоплением энергии // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2013. № 6-1. С. 23–27. EDN: QIPUCX
13. Шафиев Д.Р., Трапезников А.Н., Хохонов А.А. и др. Методы получения водорода в промышленном масштабе. Сравнительный анализ // Успехи в химии и химической технологии. 2020. Т. 34. № 12. С. 53–57. EDN: KTZOMS
14. Mensah G., Opoku R., Davis F., Yaw Obeng G. Techno-economic analysis of green hydrogen production and electric vehicle charging using redundant energy on a solar photovoltaic mini-grid. *Cleaner Energy Systems*, 2024, vol. 9, 100165. DOI: 10.1016/j.cles.2024.100165 EDN: GUQDDY
15. Proost J. Critical Assessment of the production scale required for fossil parity of green electrolytic hydrogen. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2020, vol. 45, iss. 35, pp. 17067–17075. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2020.04.259 EDN: FPZEDC
16. Taghizadeh-Hesary F., Li Y., Rasoulinezhad E. et al. Green finance and the economic feasibility of hydrogen projects. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2022, vol. 47, iss. 58, pp. 24511–24522. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2022.01.111
17. Ярыгина И.З., Арлащенко Е.А. Мировая практика финансирования водородной энергетики // Банковские услуги. 2025. № 9. С. 14–21. DOI: 10.36992/2075-1915\_2025\_9\_14 EDN: NIVYRZ

### Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

## FINANCIAL AND ECONOMIC MECHANISMS FOR STIMULATING HYDROGEN ENERGY IN THE CONTEXT OF THE GLOBAL ENERGY TRANSITION

DOI: <https://doi.org/10.24891/eleift>

EDN: <https://elibrary.ru/eleift>

**Ekaterina A. ARLASHCHENKOVA**

Moscow State Institute of International Relations (University) of Ministry of Foreign Affairs of Russian Federation (MGIMO University), Moscow, Russian Federation

e-mail: [katarinna0310@gmail.com](mailto:katarinna0310@gmail.com)

ORCID: 0009-0008-2827-6048

### Article history:

Article No. 679/2025

Received 23 Oct 2025

Accepted 28 Nov 2025

Available online

30 Mar 2026

**JEL Classification:** F01, O32

**Keywords:** energy transition, hydrogen, hydrogen energy, decarbonization, renewable energy sources

### Abstract

**Subject.** The development of hydrogen energy in the context of the global energy transition.

**Objectives.** To identify the key financial and economic mechanisms for stimulating hydrogen energy within the framework of the global energy transition.

**Methods.** The study employed content analysis, comparative analysis, and the method of summarizing and systematizing results.

**Results.** A list of the most widespread financial and economic mechanisms for stimulating hydrogen energy in the context of the global energy transition has been identified. Additionally, the most promising tools for the industry's development have been outlined — these tools could be tested in the near future.

**Conclusions and Relevance.** Full and sustainable integration of hydrogen into the global economy as part of the global energy transition is not feasible solely through government support measures without voluntary demand for hydrogen from the corporate sector. Project financing mechanisms and public-private partnerships ensure an optimal balance between public and corporate involvement in projects. They also create a favorable investment climate for the private side by applying a comprehensive risk management approach and involving the public side as a guarantor for specific projects. The tandem of the public and private sectors drives the creation of demand necessary to scale up hydrogen use across economic sectors. The findings can be used by relevant government agencies in addressing the economic aspects of hydrogen energy development.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2025

**Please cite this article as:** Arlashchenkova E.A. Financial and economic mechanisms for stimulating hydrogen energy in the context of the global energy transition. *Finance and Credit*, 2026, iss. 3, pp. 206–218. DOI: 10.24891/eleift EDN: ELEIFT

### References

1. Guliev I.A. [International energy relations in the context of the global energy transition: Technological aspect]. *Diskussiya*, 2024, no. 5, pp. 171–176. (In Russ.)  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnye-energeticheskie-otnosheniya-v-usloviyah-globalnogo-energeticheskogo-perehoda-tehnologicheskij-aspekt>

2. Karasevich V.A., Fedyukhin A.V., Povernov M.S. [Technical aspects of hydrogen production, logistics and use]. *Delovoi zhurnal Neftegaz.RU*, 2022, no. 10, pp. 102–107. (In Russ.) EDN: YZZFRJ
3. Collis J., Schomäcker R. Determining the production and transport cost for H<sub>2</sub> on a global scale. *Frontiers in Energy Research*, 2022, vol. 10. DOI: 10.3389/fenrg.2022.909298
4. Lima G.M., Belchior F.N., Villena J.E.N. et al. Hybrid electrical energy generation from hydropower, solar photovoltaic and hydrogen. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2024, vol. 53, pp. 602–612. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2023.12.092
5. Pillay K., Mohanlal S., Dobson B., Adhikari B. Evaluating institutional climate finance barriers in selected SADC countries. *Climate Risk Management*, 2025, vol. 47, 100694. DOI: 10.1016/j.crm.2025.100694
6. Huang J., Balcombe P., Feng Z. Technical and economic analysis of different colours of producing hydrogen in China. *Fuel*, 2023, vol. 337, 127227. DOI: 10.1016/j.fuel.2022.127227
7. Kindra V., Maksimov I., Oparin M. et al. Hydrogen Technologies: A Critical Review and Feasibility Study. *Energies*, 2023, vol. 16, iss. 14, 5482. DOI: 10.3390/en16145482
8. Aksyutin O.E., Ishkov A.G., Romanov K.V., Teterevlev R.V. [Methane-hydrogen energy for low-emission development]. *Gazovaya promyshlennost'*, 2018, no. 11, pp. 120–125. (In Russ.) EDN: YNJXLF
9. Arutyunov V.S. [On forecasts of the global energy transition]. *EKO*, 2022, no. 7, pp. 51–66. (In Russ.) DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2022-7-51-66 EDN: KFIAFX
10. Salygin V.I., Denis D.S. [Transformation of the global fuel and energy balance: theoretical aspects and renewable energy]. *Voprosy innovatsionnoi ekonomiki*, 2021, vol. 11, no. 4, pp. 1893–1904. (In Russ.) DOI: 10.18334/vinec.11.4.113776 EDN: RBZPML
11. Gössling S., Higham J. The Low-Carbon Imperative: Destination Management under Urgent Climate Change. *Journal of Travel Research*, 2021, vol. 60, iss. 6, pp. 1167–1179. DOI: 10.1177/0047287520933679 EDN: CZWHVU
12. Kuleshov N.V., Grigoriev S.A., Kuleshov V.N. et al. [Low temperature water electrolyzers for autonomous power plants with hydrogen accumulation of energy]. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal Al'ternativnaya energetika i ekologiya*, 2013, no. 6-1, pp. 23–27. (In Russ.) EDN: QIPUCX
13. Shafiev D.R., Trapeznikov A.N., Khokhonov A.A. et al. [Methods for obtaining hydrogen on an industrial scale. Comparative analysis]. *Uspekhi v khimii i khimicheskoi tekhnologii*, 2020, vol. 34, no. 12, pp. 53–57. (In Russ.) EDN: KTZOMS
14. Mensah G., Opoku R., Davis F., Yaw Obeng G. Techno-economic analysis of green hydrogen production and electric vehicle charging using redundant energy on a solar photovoltaic mini-grid. *Cleaner Energy Systems*, 2024, vol. 9, 100165. DOI: 10.1016/j.cles.2024.100165 EDN: GUQDDY
15. Proost J. Critical Assessment of the production scale required for fossil parity of green electrolytic hydrogen. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2020, vol. 45, iss. 35, pp. 17067–17075. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2020.04.259 EDN: FPZEDC

16. Taghizadeh-Hesary F., Li Y., Rasoulinezhad E. et al. Green finance and the economic feasibility of hydrogen projects. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2022, vol. 47, iss. 58, pp. 24511–24522. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2022.01.111
17. Yarygina I.Z., Arlashchenkova E.A. [Global practice of financing hydrogen energy]. *Bankovskie uslugi*, 2025, no. 9, pp. 14–21. (In Russ.) DOI: 10.36992/2075-1915\_2025\_9\_14 EDN: NIVYRZ

**Conflict-of-interest notification**

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.