

Лапина Ирина Владимировна

канд. филос. наук, доцент

Таганрогский институт им. А.П. Чехова (филиал) ФГБОУ ВО «Ростовский
государственный экономический университет (РИНХ)»

г. Таганрог, Ростовская область

DOI 10.31483/r-154210

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ ВОДОРОД В ГЛОБАЛЬНОМ ПЕРЕХОДЕ К БЕЗУГЛЕРОДНОЙ ЭКОНОМИКЕ

***Аннотация:** в статье анализируется проблемная область, связанная с внедрением водородных проектов в современности. Отмечается, что водород может играть важную роль в глобальном переходе к безуглеродной энергетике в качестве химического сырья и топлива. Приводятся примеры уже выявленных проблем в мировой практике при внедрении водородных проектов. Отдельно отмечается, что усложняет развитие рынка экологически чистого водорода: это недостаточное количество покупателей для расширения рынка, неразработанная политика снижения налогов, необходимость в строительстве новой инфраструктуры и отсутствие общественного признания. В конечном итоге нет существенных достижений странами поставленных целей по декарбонизации. В итоге цены на чистый водород остаются выше, чем на электроэнергию и природный газ, в связи с чем производители не заинтересованы в синтезе чистого водорода.*

***Ключевые слова:** экологически чистый водород, декарбонизация, природный газ, возобновляемая электроэнергия, общественное признание.*

В начале отметим, что в настоящее время ожидается, что водород будет играть важную роль в глобальном переходе к безуглеродной энергетике в качестве химического сырья и топлива. Как известно, при производстве с использованием возобновляемых источников энергии водород становится средством обезуглероживания труднообрабатываемых промышленных процессов и тяжелого транспортного сектора [1]. Например, согласно текущим прогнозам, спрос на

возобновляемый водород в Европе, как ожидается, достигнет 8,5 тонн к 2030 году, что значительно ниже запланированных в регионе 20 млн тонн поставок [2].

Аналогичным образом, правительства США принимают нормативные акты, которые прямо или косвенно способствуют развитию рынков водорода. Например, Калифорнийский закон о транспортных средствах с нулевым уровнем выбросов (ZEV) запрещает продажу новых автомобилей с двигателями внутреннего сгорания (ICE) в Калифорнии к 2035 году [3]. К 2050 году внедрение чистого водорода может сократить выбросы углекислого газа в США примерно на 8%, однако для того, чтобы к тому времени осуществить экономически эффективный переход к нулевому потреблению водорода, спрос на водород в США должен вырасти почти в 7 раз по сравнению с текущим объемом рынка [4].

Тем не менее, барьеров для роста спроса множество. В США водородные проекты застопорились из-за задержки с разъяснением правил, касающихся налоговых льгот и субсидий IRA (Закон о снижении инфляции). Кроме того, опасения по поводу срока действия налоговых льгот еще больше снижают мотивацию конечных потребителей [5]. Администрация Трампа может изменить систему стимулирования или полностью приостановить выделение финансирования, поскольку президент Трамп в ходе предвыборной кампании пообещал «отозвать неизрасходованные деньги» [6].

Далее посмотрим более конкретно на ситуацию в Европе. За последние пять лет европейские правила использования водорода ужесточились. В связи с усилением кризиса, связанного с COVID-19, в июне 2020 года Европейская комиссия разработала широкую стратегию использования водорода в рамках регионального плана «зеленого восстановления»; в этой стратегии инвестиции в водород были представлены как важнейшие инструменты, способствующие как переходу к энергетике, так и восстановлению экономики [6]. Среди 20 подстратегий выделяются следующие цели: наращивание инвестиций в водород; расширение масштабов производства и внедрения водорода; разработка сопоставимых стандартов и совместимой инфраструктуры для производства водорода. А также

содействие международному сотрудничеству и партнерствам в области использования водорода [7]. ЕС планирует произвести 10 миллионов тонн и импортировать 10 миллионов тонн возобновляемого водорода к 2030 году [8].

При этом по прогнозам некоторых экспертов, для производства водорода из возобновляемых источников потребуется примерно 14% от общего прогнозируемого потребления электроэнергии в регионе в 2030 году [9]. Однако в этом направлении есть трудности, хотя ЕС стремится к достижению 20 млн тонн внутреннего потребления водорода к 2030 году, текущие квоты позволят достичь лишь 2–3,8 млн тонн [10]. В целом, цели по производству низкоуглеродистого водорода к 2030 году кажутся недостижимыми.

Таким образом, несмотря на растущую в последние годы поддержку производителей чистого водорода, политические соображения, связанные со спросом, по-прежнему остаются актуальными. Увеличивающийся разрыв между стимулами со стороны предложения и спроса усложняет развитие рынка экологически чистого водорода, поскольку недостаточно покупателей для расширения рынка, снижения цен и достижения значимых целей по декарбонизации. Соответственно, Международное Энергетическое агентство (МЭА) предупредило, что политика в отношении спроса на водород недостаточна для достижения долгосрочных климатических целей [11].

Проблемы увеличения спроса на чистый водород включают высокие затраты, технологические неопределенности, отсутствие рыночных сигналов, неразвитость цепочек поставок и инфраструктуры, а также недоверие общественности. Поскольку цены на чистый водород остаются выше, чем на электроэнергию и природный газ, производители не заинтересованы в синтезе чистого водорода.

Следовательно, для снижения затрат на производство чистого водорода необходимо значительно снизить затраты как на природный газ, так и на возобновляемую электроэнергию. Более того, инфляция привела к увеличению как финансовых, так и капитальных затрат на производство низкоуглеродистого

водорода, при этом рост капитальных затрат на 3% потенциально может привести к увеличению общей стоимости проекта почти на треть [11].

Вместе с тем затраты на хранение и распределение создают дополнительные финансовые барьеры. Возросшие затраты на производство отпугивают конечных пользователей от перехода на чистый водород, поскольку такой переход сделает их продукцию и услуги более дорогими и менее конкурентоспособными по сравнению с их аналогами, использующими ископаемое топливо.

Цены на экологически чистый водород могут снизиться в течение ближайшего десятилетия в случае, если затраты также будут снижаться на электролизеры и на возобновляемые источники энергии. Однако эти оценки еще больше снижают мотивацию к внедрению в настоящее время, поскольку конечные пользователи хотят избежать «долгосрочных контрактов, которые фактически вынудили бы их платить более высокие цены, чем в противном случае» [12]. Такие проблемы угрожают долгосрочной финансовой жизнеспособности крупномасштабного производства экологически чистого водорода, и надо заметить, что их трудно решить.

Так, бывшие и будущие потребители водорода сталкиваются с уникальными проблемами при переходе на экологически чистые альтернативы. Около 2,5 миллиона метрических тонн водорода, производимого в Соединенных Штатах ежегодно, являются побочным продуктом промышленных и/или химических процессов; при таких операциях используется тот самый водород, который они производят [13]. Переход на чистый водород потребовал бы от этих фирм строительства новой инфраструктуры и разработки новых цепочек поставок, что привело бы к новым затратам, нестабильности и рискам для их бизнес-моделей. Некоторым отраслям промышленности, использующим ископаемое топливо и с трудом, сокращающим его потребление, также потребуется модернизировать производственное оборудование для использования водорода.

Например, существующие турбины на природном газе и печи для подогрева стали должны быть переоборудованы на использование экологически чистого водорода, чтобы обеспечить более высокую температуру горения этого элемента и

более низкую температуру вспышки [14]. Однако для перерабатывающих отраслей существует мало стимулов компенсировать затраты на разработку новой или модернизацию существующей инфраструктуры для использования чистого водорода.

Еще пример, в Орегоне местные заинтересованные стороны потребовали, чтобы коммунальная компания NW Natural прекратила многолетний пилотный проект по смешиванию водорода и природного газа из-за проблем со здоровьем населения и выбросов; в свою очередь предыдущий проект был закрыт в 2022 году из-за отсутствия участия сообщества и прозрачности [15]. Региональные водородные центры Министерства энергетики, включая Региональный центр чистого водорода в Аппалачах (ARCH2) и Срединно-Атлантический центр чистого водорода (MACH2), подвергаются аналогичному контролю [16].

Существенным будет также и то, что группы, представляющие общественные интересы, такие как Earthjustice, раскритиковали недостаточную вовлеченность местных сообществ в работу центров (особенно в отношении потенциальных неблагоприятных производственных последствий для местных сообществ) и прозрачность проектов (особенно в отношении запланированных мер безопасности для защиты сообществ).

Итак, общественное признание вносит дополнительный элемент неопределенности в рост спроса на экологически чистый водород, поскольку отложенные проекты и критика граждан могут помешать конечным пользователям заключить соглашения о приобретении или публично не поддержать развитие рынка. В итоге, для перехода на экологически чистый водород нынешним потребителям водорода потребуется: 1) снижение цен на чистый водород; 2) безопасность производства (т.е. гарантия того, что производители смогут стабильно производить и поставлять необходимое количество чистого водорода), 3) надежные транспортные системы и 4) инфраструктура трубопроводов и хранилищ.

Кроме того, новым конечным потребителям в будущих водородных отраслях промышленности, предполагающих спекулятивное использование водорода, также потребуются гарантии того, что водородные технологии эффективны и

надежны для их конкретных производственных процессов и что выбор водородных технологий не снизит их конкурентоспособность на региональных или глобальных рынках. Системный характер этих требований подчеркивает, что стимулы на стороне предложения сами по себе не могут устранить нерешенные проблемы, и, следовательно, для создания надежных рынков чистого водорода необходима инновационная политика на стороне спроса. Без должного внимания недостаточная политика в области спроса может не только подтолкнуть потребителей к внедрению непрактичных технологий, потере активов и растрате государственного финансирования, но и затормозить развитие зарождающихся рынков экологически чистого водорода, что нанесет ущерб прогрессу в области промышленной декарбонизации.

Заметим, что в России проявляют осторожный интерес к природному водороду. Принятая в феврале 2025 года Энергетическая стратегия Российской Федерации до 2050 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 12 апреля 2025 года №908-р) предусматривает развитие в стране производства низкоуглеродного водорода.

Таким образом выходит, что в настоящее время нужны дополнительные исследования, пилотные проекты и эксперименты и они необходимы не только для определения наилучших политических механизмов, направленных на повышение спроса на экологически чистый водород, но и для поддержки первых пользователей и снижения неопределенности в масштабах всего рынка.

References

1. Hydrogen in the Energy Transition. Rocky Mountain Institute. 12.09.2024. URL: <https://rmi.org/hydrogen/> (date of request: 23.02.2026).
2. Kurmayer Nikolaus J. EU's Hydrogen Economy Struggles to Pick up Pace. Euractiv. 07.09.2023. URL: <https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/eus-hydrogen-economy-struggles-to-pick-up-pace/> (date of request: 23.02.2026).

3. Baldwin Roberto. California to Ban Sale of New Gasoline Vehicles in 2035, Favoring EVs. Car and Driver. 23.09.2020. URL: <https://www.carand-driver.com/news/a34129129/california-ban-internal-combustion-vehicles-2035/> (date of request: 23.02.2026).

4. Harnessing Hydrogen. A Key Element of the U.S. Energy Future. National Petroleum Council. 23.04.2024. URL: <https://harnessinghydrogen.npc.org/downloads.php> (date of request: 23.02.2026).

5. Johnson Luke. US Makes Stuttering Progress on Clean Hydrogen/ Energy Intelligence. 22.08.2024. URL: <https://www.energyintel.com/00000191-7076-d8c8-a3d5-7cf621780000> (date of request: 23.02.2026).

6. In Focus: Renewable Hydrogen to Decarbonise the EU's Energy System. European Commission. 15.11.2022. URL: https://commission.europa.eu/news/focus-renewable-hydrogen-decarbonise-eus-energy-system-2022-11-15-0_en (date of request: 23.02.2026).

7. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: A Hydrogen Strategy for a Climate-Neutral Europe (European Commission, 2020). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0301> (date of request: 23.02.2026).

8. RE Power EU: A Plan to Rapidly Reduce Dependence on Russian Fossil Fuels and Fast Forward the Green Transition, Government, European Commission. 18.05.2022. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/e%20n/ip_22_3131 (date of request: 23.02.2026).

9. Burgess James. EC Proposes Phasing in «additionality» Rules on Renewable Hydrogen to 2028. S&P Global, February 13.02.2023. URL: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/electric-power/021323-ec-proposes-phasing-in-additionality-rules-on-renewable-hydrogen-to-2028#:~:text=The%20EU%20is%20aiming%20to,consumption%20in%202030%2C%20it%20said> (date of request: 23.02.2026).

10. Lambert Martin et al., State of European Hydrogen Market Report. The Oxford Institute for Energy Studies. 10.06.2024. URL: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2024/06/2024-State-of-the-European-Hydrogen-Market-Report.pdf> (date of request: 23.02.2026).

11. IEA. Global Hydrogen Review 2023: 09.2023. URL: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023/executive-summary> (date of request: 23.02.2026).

12. White House Council of Economic Advisors, Issue Brief: The Economics of Demand-Side Support for the Department of Energy's Clean Hydrogen Hubs, Government, The White House. 05.07.2023. URL: <https://www.whitehouse.gov/cea/written-materials/2023/07/05/the-economics-of-demand-side-support-for-the-department-of-energys-clean-hydrogen-hubs/> (date of request: 23.02.2026).

13. John Jeff St. Clean Hydrogen Has a Serious Demand Problem. Canary Media. 2024. URL: <https://www.canarymedia.com/articles/hydrogen/clean-hydrogen-has-a-serious-demand-problem> (date of request: 23.02.2026).

14. Cattermole John [et al.]. Net Zero Innovation Portfolio Industrial Fuel Switching Desktop Feasibility Study: Green Hydrogen in Steel Manufacture. Government, UK Government. 30.11.2022. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/649aa8b383131100132963fd/British_Steel_-_Green_Hydrogen_in_Steel_Manufacture_-_IFS_Feasibility_Report_.pdf (date of request: 23.02.2026).

15. Baumhardt Alex. Environmentalists, Customers Raise Concerns over NW Natural Hydrogen Project. 05.09.2024. URL: <https://www.opb.org/article/2024/08/05/nw-natural-hydrogen-project> (date of request: 23.02.2026).

16. Al-Sadi Batoul. Seven Months After the DOE Hydrogen Hub Announcement: Where Are We Now on Community Engagement. Natural Resources Defense Council. 22.09.2024. URL: <https://www.nrdc.org/bio/batoul-sadi/seven-months-after-doe-hydrogen-hub-announcement-where-are-we-now-community> (date of request: 23.02.2026).