

УДК 338.3

JEL Q42

DOI: <http://doi.org/10.25728/econbull.2022.4.4-burdakova>

ОБЗОР ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ ВОДОРОДНЫХ КЛАСТЕРОВ В РОССИИ

Бурдакова Полина Сергеевна

Российский Университет Дружбы Народов, Москва, Россия,

e-mail: 1032191768@pfur.ru; SPIN-код: нет; <https://orcid.org/0000-0002-7209-5999>

Аннотация: Исчерпаемость ископаемых энергоресурсов, а также пагубное влияние использования этих ресурсов для окружающей среды, побуждает страны и компании инвестировать в новые исследования и проекты, которые помогут избежать экологической катастрофы и недостатка энергии в будущем. Одним из таких перспективных направлений стала и водородная энергетика. В данной работе мы проведем обзор экономической эффективности реализующихся в России проектов по созданию пяти водородных кластеров, направленных на экспорт водорода, первым из которых является восточный водородный кластер на территории Сахалинской области, который начнет функционировать к 2025 году.

Ключевые слова: инновации, водородная энергетика, экономическая эффективность, энергоносители, водородные кластеры, Дальний Восток.

REVIEW OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF HYDROGEN CLUSTER PROJECTS IN RUSSIA

Burdakova Polina Sergeevna

Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia,

e-mail: 1032191768@pfur.ru; SPIN code: none; <https://orcid.org/0000-0002-7209-5999>

Abstract: The depletion of fossil energy resources, as well as the detrimental impact of the use of these resources on the environment, encourages countries and companies to invest in new research and projects that will help avoid environmental catastrophe and energy shortages in the future. Hydrogen energy has become one of such promising areas. In this paper, we will review the economic efficiency of ongoing projects in Russia to create five hydrogen clusters aimed at exporting hydrogen, the first of which is the eastern hydrogen cluster in the Sakhalin region, which will start operating by 2025.

Key words: innovations, hydrogen energy, economic efficiency, energy carriers, hydrogen clusters, Far East.

Введение. На данном этапе в мировой энергетике происходит процесс глобальной трансформации, который в первую очередь связан с низкоуглеродным развитием и декарбонизацией [4]. Многие ведущие страны, различные транснациональные корпорации формируют собственные стратегии [1] энергетического развития для борьбы с глобальным изменением климата, главной целью которых является снижение выбросов парниковых газов и углеродного следа в продукции.

Глобальные выбросы CO₂ в 2020 году сократились на 5,8% или почти на 2 Гт – это самое большое снижение за всю историю и почти в пять раз больше, чем снижение в 2009 году, которое последовало за глобальным финансовым кризисом. Выбросы углекислого газа сократились больше, чем спрос на энергию в 2020 году, так как пандемия ударила по спросу на нефть и уголь сильнее, в отличие от других источников энергии, в то время как спрос на возобновляемые источники энергии увеличился. Несмотря на снижение выбросов углекислого газа в 2020 году, глобальные выбросы CO₂, которые связаны с энергетикой, остались на уровне 31,5 Гт. Это способствовало достижению самой высокой среднегодовой концентрации углекислого газа в атмосфере. При этом ряд экспертов отмечает, что в 2022 году уровень выбросов CO₂ вернулся к значениям до пандемии Covid-19. Более того, уровень выбросов увеличился на 5%, что обусловлено попытками государств восстановить свои экономики (Рис. 1).

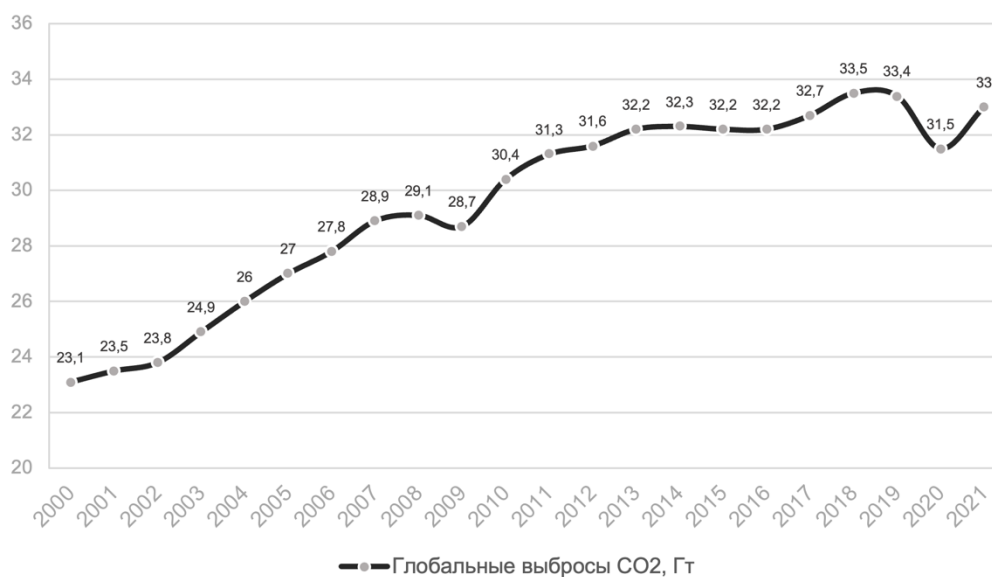


Рис. 1. Глобальные выбросы CO₂, 2000-2021 гг. Источник: [7]

Водородная энергетика. Водородная энергетика предполагает использование водорода или водородосодержащих соединений для выработки энергии. Водород, в отличие от кислорода, практически не встречается на земле в чистом виде, именно поэтому он извлекается из других соединений с помощью различных химических методов. Например, солнечная или ветровая станция вырабатывает электроэнергию, которая направляется на электролиз воды, в результате которого получается молекулярный водород и кислород. При этом O₂ далее используется в замкнутом цикле, как и вода, которая также образуется при сгорании водорода.

Извлечение водорода с помощью различных химических методов разделяют на цветовые градации:

- «Зеленый» водород – он производится из возобновляемых источников энергии. Например, с помощью электролиза, о котором мы говорили ранее.
- «Голубой» водород – он производится из природного газа, а отходы улавливаются для вторичного использования. Однако такой метод нельзя назвать идеально чистым.
- «Красный» водород – он производится с помощью атомной энергии.

– «Серый» водород – его производят путем конверсии метана. При производстве серого водорода отходы выбрасывают в атмосферу.

– «Коричневый» водород – получают в процессе газификации угля. Данный способ, как и предыдущий также оставляет парниковые газы [5].

На данном этапе большая часть производимого водорода является «голубым», таким образом для его производства используется природный газ, а для улавливания CO₂ используется технология CCUS. CCUS – это технология улавливания, использования и хранения углерода, она включает в себя улавливание CO₂ точечных источников, таких как электростанции или промышленные предприятия, использующие в качестве топлива ископаемые энергоресурсы. Если улавливаемый углеводород не используется на месте, его сжимают и транспортируют по трубопроводу для использования в различных целях или закачивают в газовые резервуары. Существует около 35 коммерческих объектов, использующих CCUS для промышленных процессов, преобразования топлива и производства электроэнергии. В 2021 году с помощью CCUS объем улавливаемого CO₂ составил 44 млн тонн [6].

Современные проекты водородных кластеров в России. В последнее время водородная энергетика рассматривается во многих странах как одно из ключевых направлений при реализации национальных стратегий по низкоуглеродному развитию. Однако водород является вторичным энергоресурсом и для его производства требуется дополнительная энергия, что отражается на его себестоимости, поэтому большинство заявленных в этой области проектов реализуются за счет государственных субсидий и льгот. Несмотря на рост потребления водорода в мире, глобальный рынок этого ресурса еще не сформирован.

На данный момент в России разработано 5 проектов водородных кластеров, 3 из которых могут быть конкурентно способны уже сегодня:

– Проект кластера «Сахалин» является наиболее выгодным в современных условиях. Предполагается, что кластер будет состоять из двух частей (производство зеленого и голубого водорода соответственно, при этом в первую очередь планируется реализации именно кластера производства «голубого» водорода). Восточный водородный кластер имеет прямой доступ к природному газу, так как Сахалинская область обладает крупными запасами природного газа, который может быть использован в качестве сырья для производства водорода методом паровой конверсии метана с применением технологий улавливания и утилизации углекислого газа. Географическая близость к Японии и Южной Корее способствует минимизации логистических издержек. Строительство кластера «Сахалин» планируется начать к 2023 году, ввод в эксплуатацию к 2025 года. При этом запуск планируется двумя этапами: сначала 30 тысяч тонн водорода в год, а к 2030 году планируется нарастить темпы до 100 тысячи тонн водорода в год. Реализующие компании: Росатом, H4Energy, H₂ Чистая Энергетика. Инвестиции в проект: 4,4 млрд долларов. План экспорта водорода к 2030 году: 250 тыс. тонн, экспортная выручка: 1500 млн долларов. Экспорт планируется морем в Японию и Южную Корею.

– «Якутия» - кластер производства «голубого» водорода. Реализующие компании: «Северо-Восточный Альянс». Инвестиции: 13,5 млрд долларов. План экспорта водорода к 2030 году: 1000 тыс. тонн, экспортная выручка: 5800 млн долларов. Экспорт планируется ж/д в Китай.

– «Ямал» - кластер производства «голубого» водорода. Реализующие компании: НОВАТЭК, «Фонд Энергия». Инвестиции: 9,5 млрд долларов. План экспорта водорода к 2030 году: 650 тыс. тонн, экспортная выручка: 3640 млн долларов. Экспорт планируется морем в Германию.

– «Восточная Сибирь» - кластер производства «зеленого» водорода. Реализующие компании: EN+ Group и др. Инвестиции: 2,9 млрд долларов. План экспорта водорода к 2030 году: 150 тыс. тонн, экспортная выручка: 870 млн долларов. Экспорт планируется ж/д в Китай.

– «Северо-запад» - кластер производства «голубого» водорода. Реализующие компании: Росатом, Роснано, Н₂ Чистая Энергетика. Инвестиции: 3 млрд долларов. План экспорта водорода к 2030 году: 150 тыс. тонн, экспортная выручка: 840 млн долларов. Экспорт планируется морем в Германию.

Создание и развитие производственных кластеров потребует 33,4 млрд долларов совокупных инвестиций (из них государственные 2,9 млрд долларов) и позволит экспортировать 2,2 млн тонн водорода в 2030 году (12,7 млрд долларов экспортной выручки). На данный момент реализуются проекты по созданию 3 водородных кластеров: "Сахалин", "Якутия" и "Ямал". Первым ввести в эксплуатацию планируется кластер по производству "голубого" водорода на территории Сахалинской области, так как на текущий этап он является наиболее прибыльным. При этом кластеры "Восточная Сибирь" и "Северо-Запад" на текущий этап являются малоперспективными ввиду отсутствия действующих мощностей для производства "зеленого" водорода. Ожидается, что без мер поддержки, себестоимость производства водорода на них будет слишком высока, что не позволит получать положительную маржу [2].

Восточный водородный кластер. На данный момент наиболее перспективным является развитие кластера «Сахалин», производящего «голубой» водород (Таблица 1).

Таблица 1. Ключевые показатели кластеров в РФ. Источник: [2]

Кластер	IRR, %	NPV@15%, MUSD	Мощность, тыс. тонн	Ожидаемая маржа, \$/кг	CAPEX, млрд \$	Стоимость, \$/кг
Сахалин (голубой)	18,8	136	100	1,03	1,6	5,1
Якутия (голубой)	9,6	-1 688	1 000	0,12	13,7	5,7
Ямал (голубой)	7,7	-1 538	650	0,09	9,7	5,5
Восточная Сибирь (зеленый)	<0	-1 584	150	-2,07	2,9	7,9
Северо- запад (зеленый)	<0	-1 667	150	-2,03	2,9	7,6
Сахалин (зеленый)	<0	-3 101	150	-4,11	2,9	10,1

Планируется что к 2030 году стоимость водорода, произведенного кластером «Сахалин», будет составлять 5,1 долл./кг, при этом ожидаемая маржа при производстве будет составлять 1,03 долл./кг. Расчеты NPV и IRR рассчитаны на период 20 лет.

Развитие внутреннего рынка водорода приведет к дополнительному снижению выбросов к 2050 году на 67 Мт CO₂ за счет сокращения выбросов в

металлургии, химии и транспорте, что составит до 20% от совокупного уровня снижения выбросов парниковых газов.

При этом для успешного развития кластеров в срок необходимо также не забывать про ежегодные инвестиции в НИОКР, для разработки новых технологий при производстве и транспортировке водорода, чтобы уменьшать затраты и ускорять производство. Развитие технологий – это ключевой фактор снижения стоимости российского водорода. Целевые ориентиры на 2030 год составляют: 2 доллара за 1 кг водорода, произведенного путем электролиза воды и с помощью природного газа с системой улавливания углекислого газа; 1,7 долларов за 1 кг (на 1000 км) – стоимость транспортировки, включая конверсию водорода в перевозимую форму и его транспортировку в этой форме. Данных ориентиров планируется достигнуть за счет развития таких технологий, как: электролиза, разложения метана, разложения аммиака, технологий жидких органических носителей и криогенных технологий.

Планируется, что кластеры будут приносить среднегодовую прибыль инвесторам до 2050 года в размере 0,5 млрд долларов. Среднегодовые налоговые поступления (включая косвенные) до 2050 года составят 2,3-2,4 млрд долларов [2].

Как было отмечено ранее, на Восточном водородном кластере будет производиться «зеленый» и «голубой» водород, однако, в начале планируется производство только «голубого» водорода с мощностью 100 тыс. тонн в год. Это обуславливается экономической выгодой, так как на территории Сахалинской области добывается большой объем природного газа, а производство «зеленого» водорода на данном этапе нерентабельно, ввиду отсутствия мощностей для производства чистого водорода. Однако к 2024 году планируется запустить в эксплуатацию крупнейший в России ветропарк на территории Сахалинской области с проектной мощностью 67,2 МВт. Инвестиции в этот проект составляют порядка 8,5 млрд рублей [3]. Мощности с данного ветропарка пойдут на производство экологически чистого водорода, что поспособствует повышению объемов производства «зеленого» водорода на Восточном водородном кластере до 150 тысяч тонн в год. Таким образом, суммарный объем производства водорода к 2030 году составит 250 тысяч тонн в год, где 150 тысяч тонн относятся к «зеленому» водороду и 100 тысяч тонн к «голубому», что приведет к доминированию экологически чистого водорода на данном кластере.

Вывод. Таким образом, мы видим, что производство водорода на данный момент является перспективным направлением в энергетике. Для государства это хорошая возможность развития еще одного направления экспорта и альтернатива привычным видам топлива, таким как газ и нефть. Также развитие данного сектора позволит значительно сократить объемы выбросов диоксида углерода в мире и станет первым важным шагом для создания «зеленой» экономики.

Благодарность. Выражаю особую благодарность моему научному руководителю – Балашовой Светлане Алексеевне, зав. кафедрой экономико-математического моделирования Экономического факультета Российского Университета Дружбы Народов за помощь в проведении исследования.

Литература

1. Водородная экономика - путь к низкоуглеродному развитию // под ред. Т. А. Митровой, Ю. В. Мельникова, Д. Чугонова; Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО – Москва, 2019. – 62 с.
2. Комплексная программа развития отрасли низкоуглеродной водородной энергетики в Российской Федерации // Министерство энергетики Российской Федерации – Москва, 2022
3. На Сахалине начались работы по проекту строительства мощной ветроэлектростанции // ТАСС [электронный ресурс] URL: <https://tass.ru/ekonomika/12493561> (дата обращения: 13.12.2022)
4. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 // под ред. А. А. Макарова, Т. А. Митровой, В. А. Кулагина; ИНЭИ РАН – Московская школа управления СКОЛКОВО – Москва, 2019. – 210 с.
5. Чистый водород из природного газа // Газпром [электронный ресурс] URL: <https://www.gazprom.ru/press/news/reports/2020/pure-hydrogen/> [дата обращения: 20.12.2022]
6. CO₂ Capture and Utilisation. // IEA [электронный ресурс] URL: <https://www.iea.org/reports/co2-capture-and-utilisation> [дата обращения 26.12.2022]
7. Global energy-related CO₂ emissions, 1990-2021. // IEA [электронный ресурс] URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-energy-related-co2-emissions-1990-2021> [дата обращения 26.12.2022]

References

1. Vodorodnaya ekonomika - put k nizkouglernodnomu razvitiyu // edited by T. A. Mitrovoy. Y.V. Melnikova. D. Chugonova; Energy Center of the Moscow School of Management SKOLKOVO – Moscow. 2019. – 62 p.
2. Kompleksnaya programma razvitiya otrasli nizkouglernodnoy vodorodnoy energetiki v Rossiyskoy Federatsii // Ministry of Energy of the Russian Federation – 2022
3. Na Sakhaline nachalis raboty po proyektu stroitelstva moshchnoy vetroelektrostantsii // TASS [electronic resource] URL: <https://tass.ru/ekonomika/12493561> [date of the application: 13.12.2022]
4. Prognoz razvitiya energetiki mira i Rossii 2019 // pod red. A.A. Makarova. T.A. Mitrovoy. V.A. Kulagina; Institute of Energy Research of the Russian Academy of Sciences – Moscow School of Management SKOLKOVO – Moscow. 2019. – 210 p.
5. Chistyy vodorod iz prirodnogo gaza // Gazprom [electronic resource] URL: <https://www.gazprom.ru/press/news/reports/2020/pure-hydrogen/> [date of the application: 20.12.2022]
6. CO₂ Capture and Utilisation. // IEA [electronic resource] URL: <https://www.iea.org/reports/co2-capture-and-utilisation> [date of the application: 26.12.2022]
7. Global energy-related CO₂ emissions. 1990-2021. // IEA [electronic resource] URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-energy-related-co2-emissions-1990-2021> [date of the application: 26.12.2022]

Поступила в редакцию 20 декабря 2022 г.