



НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 338

Дата поступления: 18.02.2023

рецензирования: 25.04.2023

принятия: 25.08.2023

Импортзамещение в энергетической отрасли как основа экономического роста региона (на примере Самарской области)

Е.А. Миронова

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,
г. Самара, Российская Федерация

E-mail: elena.obrazovanie@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9645-5717>

А.С. Комисаров

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,
г. Самара, Российская Федерация

E-mail: compouse64@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6625-8491>

Аннотация: Самарская область является одним из ведущих регионов по уровню развития промышленного производства, инновационной деятельности, инвестиционной привлекательности. Поэтому у Самарской области есть все возможности для активного развития водородной энергетики, в частности производства и использования зеленого водорода. Публикуемая статья посвящена анализу всех возможных потенциалов для активного развития водородной энергетики в Самарской области. Проанализированы основные проблемы, которые препятствуют внедрению водорода в промышленное производство и другие сферы жизнедеятельности в Самарской области, которые касаются экологичности, инфраструктуры, состояния законодательства, неполной готовности общества к новому виду топлива. Описаны меры действий, которые необходимо выполнить для продвижения идей по внедрению водорода. Кроме того, были раскрыты реальные примеры, связанные с научно-исследовательскими работами и опытно-конструкторскими разработками в сфере водородных технологий в Самарской области. В качестве наиболее перспективных способов крупнотоннажной транспортировки водорода рассматривается транспортировка трубопроводным транспортом, различными видами транспорта в сжиженном или компримированном состоянии, а также в связанном состоянии в виде аммиака или жидких органических носителей.

Ключевые слова: водород; концепция развития водная энергетика; энергоноситель; импортзамещение; экономический рост; регион; топливный элемент; Самарская область.

Цитирование. Миронова Е.А., Комисаров А.С. Импортзамещение в энергетической отрасли как основа экономического роста региона (на примере Самарской области) // Вестник Самарского университета. Экономика и управление Vestnik of Samara University. Economics and Management. 2023. Т. 14, № 3. С. 119–128. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2023-14-3-119-128>.

Информация о конфликте интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© Миронова Е.А., Комиссаров А.С., 2023

Елена Александровна Миронова – доктор экономических наук, профессор кафедры экономики инноваций, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Александр Сергеевич Комисаров – аспирант I курса, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

SCIENTIFIC ARTICLE

Submitted: 18.02.2023

Revised: 25.04.2023

Accepted: 25.08.2023

Import substitution in the energy industry as the basis for the economic growth of the region (on the example of the Samara region)

E.A. Mironova

Samara National Research University, Samara, Russian Federation

E-mail: elena.obrazovanie@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9645-5717>

A.S. Komisarov

Samara National Research University, Samara, Russian Federation

E-mail: compouse64@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6625-8491>

Abstract: Samara region is one of the leading regions in terms of the level of development of industrial production, innovation activity, and investment attractiveness. Therefore, Samara region has every opportunity for active development of hydrogen energy, in particular, the production and use of green hydrogen. The published article is devoted to the analysis of all possible potentials for the active development of hydrogen energy in the Samara region. The main problems that hinder the introduction of hydrogen into industrial production and other spheres of life in the Samara region, which relate to environmental friendliness, infrastructure, the state of legislation, incomplete readiness of society for a new type of fuel, are analyzed. Measures of actions that need to be taken to promote ideas for the introduction of hydrogen are described. In addition, real examples related to research and development work in the field of hydrogen technologies in the Samara region were disclosed. As the most promising methods of large-tonnage transportation of hydrogen, transportation by pipelines, various modes of transport in a liquefied or compressed state, as well as in a bound state in the form of ammonia or liquid organic carriers is considered.

Key words: hydrogen; development concept water energy; energy source; import substitution; economic growth; region; fuel cell; Samara region.

Citation. Mironova E.A., Komisarov A.S. Import substitution in the energy industry as the basis for the economic growth of the region (on the example of the Samara region). *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2023, vol. 14, no. 3, pp. 119–128. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2023-14-3-119-128>. (In Russ.)

Information on the conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

© Mironova E.A., Komisarov A.S., 2023

Elena A. Mironova – Doctor of Economics, professor of the Department of Innovation Economics, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, Russian Federation, 443086.

Alexander S. Komisarov – 1st year postgraduate student, area of study 5.2.3 Regional and sectoral economics, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, Russian Federation, 443086.

Введение

Геополитическая перестройка мира, наблюдаемая нами, сейчас имеет колоссальное значение в развитии всего мирового хозяйства. На данный момент водородная энергетика является одним из видов альтернативной энергетики, и мир постепенно пытается перейти именно на данный вид топлива, в частности из-за экологичности («зеленое» топливо, но при соблюдении определенных условий), высокой энергоемкости и так далее. Россия также не является исключением, и уже принята Стратегия развития водородной энергетики в РФ.

Одной из целей данной стратегии является развитие отечественных технологических компетенций в области водородной энергетике с обеспечением импортозамещения и дальнейшим переходом к экспорту технологий и промышленной продукции на зарубежные рынки. Активное развитие топливно-энергетического блока государства имеет стратегически важное значение и напрямую связано с экономическим процветанием общества и государства в целом. На наш взгляд, этого можно достичь при грамотно построенной системе управления, которая будет координировать взаимодействие компаний энергетического блока, представителей научного сообщества и представителей бизнеса [1].

Ход исследования

Самарская область является одним из ведущих регионов по уровню развития промышленного производства, инновационной деятельности, инвестиционной привлекательности. Поэтому у Самарской области есть все возможности для активного развития водородной энергетике, в частности про-

изводства и использования зеленого водорода. На данном этапе развития в нашем регионе водород применяется, но сфера применения достаточно ограничена: в основном это нефтяная, химическая, металлургическая промышленность. Эти отрасли промышленности в регионе сильно развиты и составляют значительную долю в валовом региональном продукте. Например, водород применяют в такой химической компании, как ПАО «Тольяттиазот» (ТОАЗ), это предприятие ведет свою деятельность в области производства аммиака, входит в десятку крупнейших в мире производителей и для производства аммиака как раз использует водород. Но говорить о полной экологичности использования водорода на данный момент нельзя, так как используется преимущественно серый и голубой водород. Их производят из метана и природного газа соответственно, и в результате этого водорода и различных химических процессов выделяются углекислые газы в атмосферу [2].

Пока в Самарской области, как и во многих странах мира, ограничена возможность применения зеленого водорода, его применения в других отраслях, таких как жилищно-коммунальное хозяйство, электроэнергетика, транспорт, по различным причинам, которые будут описаны в данной статье. Но есть и позитивные моменты, связанные с развитием водородной энергетики в Самарской области. К примеру, Самарский национальный исследовательский университет имени академика Сергея Павловича Королева (Самарский университет) и российская энергомашиностроительная компания «Силовые машины» изобретут в России первую газовую турбинную установку для обеспечения теплового и электрического энергоснабжения на топливе из смеси водорода и метана [3; 4].

Данное топливо будет намного экологичнее, чем керосин или природный газ. На данный момент уже функционирует совместное конструкторское бюро в Самарском университете в центре исследований в области газовой динамики. Данное конструкторское бюро будет работать над созданием технологий, которые будут применяться для изготовления камер сгорания газотурбинных установок, функционирующих на альтернативном виде топлива, с использованием большого количества водорода.

Аналогичных проектов в России на данный момент пока не существует, и Самарская область является пилотным регионом по проектированию новых энергетических установок. Одним из начальных планируемых проектов будет разработка камеры сгорания энергетической установки для перспективной газотурбинной электростанции ГТЭ-65В, мощность которой составит около 65 мегаватт.

В данной установке, как описывалось ранее, будет использоваться топливо из смеси водорода и метана. Таким образом, это позволит увеличить мощность газовой турбины за счет высокой энергетической емкости водорода (около 1,17 гигаджоуля на 1 килограмм) и уменьшить уровень углекислых газов в окружающую среду.

Результаты проведенных предварительных химических исследований продемонстрировали, что топливо из смеси метана и водорода (концентрация водорода около 40–50 %) способно увеличить мощность газовой турбины на 10 %.

В связи с этим данную мощную энергетическую установку будут применять для теплового и электрического энергоснабжения в больших производственных организациях и жилых районах населенных пунктов [5].

Опытный образец камеры сгорания газотурбинной установки планируют создать на 3D-принтере в научной лаборатории аддитивных технологий в Самарском университете. Данные опытно-конструкторские начаты в середине февраля 2021 года, эти работы будут продолжаться на протяжении нескольких лет. Опытно-конструкторские работы по созданию камеры сгорания планируются закончить в 2023 году, после этого в энергомашиностроительной компании «Силовые машины» будет создан опытный образец [6].

Для проведения данных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работы университет из Самарского региона был выбран не просто так. В Самарской области с 60-х годов прошлого столетия проводятся исследования в сфере производства и использования водорода и водородного топлива. В конструкторском бюро авиационного двигателестроения был создан уникальный авиационный двигатель НК-88, который функционировал на жидком водороде.

Работы велись под руководством генерального конструктора авиационных двигателей Николая Дмитриевича Кузнецова. Данный авиационный двигатель был установлен на экспериментальном самолете Ту-155, который в первый раз сделал полет в апреле 1988 года. Это был первый в мире самолет, который работал на водородном топливе. Он успешно прошел ряд многочисленных испытаний, сделав несколько международных перелетов по европейскому континенту. В основной состав инженерных работников, занимающихся разработкой данного авиационного двигателя, во-

шли люди, которые окончили обучение в Куйбышевском авиационном институте (КуАИ), ныне действующий Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева (Самарский университет) [7].

Другим примером может послужить принятое соглашение о создании в Самарской области консорциума по развитию водородных технологий, которое подписали шесть ведущих образовательных организаций высшего образования и научных организаций России, которые обладают лидирующими компетенциями и опытом в сфере развития водородной энергетики. Данный консорциум имеет название «Технологическая водородная долина». Все участники данного консорциума будут осуществлять совместные научно-исследовательские работы и опытно-конструкторские разработки для создания технологии получения водорода, его транспортировки, обеспечения безопасного хранения и применения в энергетической отрасли промышленного производства [8].

Главным создателем данного консорциума по развитию водородных технологий является Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Кроме того, в данный консорциум сейчас входят Институт нефтехимического синтеза имени А.В. Топчиева Российской академии наук, Институт проблем химической физики Российской академии наук, Институт катализа имени Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук (РАН), Сахалинский государственный университет. А из Самарской области в данный консорциум вошел Самарский государственный технический университет (Самарский политех) [9].

Главной целью участия Самарской области и ее производственных организаций в данном консорциуме является создание производства высокотехнологичного оборудования для вхождения в рейтинг лидирующих государств Российской Федерации на международный рынок технологий водородной энергетики.

К тому же основной задачей для выполнения Самарским государственным техническим университетом является проведение научно-исследовательских работ, опытно-конструкторских разработок и технологических работ по созданию и внедрению в производственную деятельность данного оборудования в постоянном и взаимном сотрудничестве с такими образовательными и научными организациями, как Институт нефтехимического синтеза имени А.В. Топчиева Российской академии наук, Институт проблем химической физики Российской академии наук, Институт катализа имени Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук (РАН Сахалинский государственный университет. Как было описано ранее в данной работе, Самарская область имеет большой научно-технологический и кадровый потенциал и необходимые компетенции в сфере развития водородных технологий и водородной энергетики, все это развивалось на протяжении нескольких десятков лет.

Помимо этого, достаточно успешное партнерство Самарского государственного технического университета с транснациональной энергетической компанией ПАО «Газпром» дает возможность с полной уверенностью говорить о том, что Самарский политех обладает всеми необходимыми возможностями претендовать на одну из ведущих и приоритетных ролей в Российской Федерации в обеспечении страны современным, конкурентоспособным, высокотехнологичным оборудованием для развития водородной энергетики.

В ходе функционирования данного консорциума Самарский политех способен на предложение ряда технологий, которыми ученые данного университета занимаются на протяжении нескольких лет. К этим технологиям можно отнести следующие: генерация водорода на основе химического процесса пиролиза природного газа в расплавах различных металлов, а также технология безопасного хранения водорода в жидких органических носителях, которая была разработана вместе с Ростовским университетом в Федеративной Республике Германии (ФРГ). В данном направлении работа будет продолжаться и дальше [10].

Все вышеописанные работы в рамках деятельности данного консорциума будут проводиться по принципу «водородной цепочки», то есть от создания технологий получения водорода до использования этого водорода в различных отраслях народного хозяйства, в том числе в промышленном производстве.

Данный консорциум также планирует вести взаимное сотрудничество с крупнейшими компаниями Российской Федерации, которые заинтересованы в развитии водородной энергетики и технологий. В ближайшее время участники консорциума разработают «дорожную карту» для дальнейшей совместной работы. Консорциум является открытой структурой, поэтому не исключено, что в ближайшем будущем присоединятся и другие высшие учебные заведения из разных регионов России, научные организации и академические институты. А крупные промышленные организации будут являть-

ся постоянными членами Наблюдательного совета консорциума с целью обеспечения трансфера водородных технологий [11].

Одной из причин, почему водород (особенно зеленый) на данный момент ограничен в применении, является высокая цена на данный вид топлива. На рисунке представлен график цен на водород по источникам получения, который взят с официального сайта Международного энергетического агентства (МЭА).

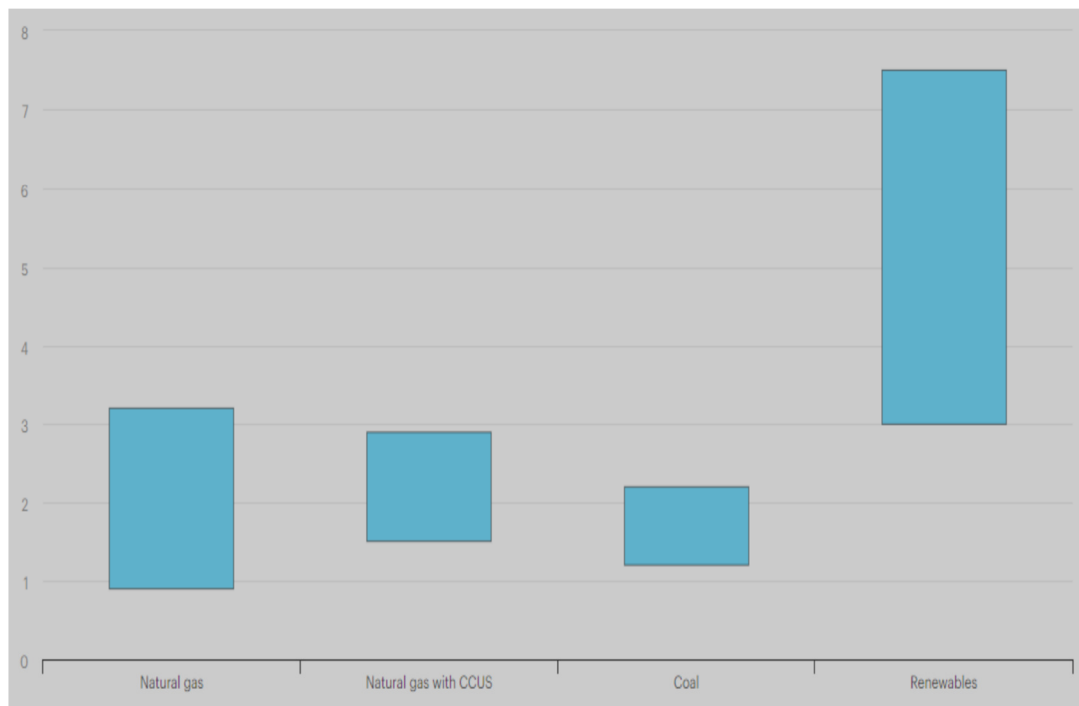


Рисунок – Цена за 1 кг водорода по источникам получения

Figure – Price per 1 kg of hydrogen by sources of production

Как видно из рисунка, самые дешевые виды водорода, полученные из природного газа и угля (так называемые голубой и коричневый водород). Их стоимость за один килограмм колеблется примерно от 1 до 3 долларов, в этом и причина, почему именно эти виды водорода наиболее распространены в производстве.

Водород, полученный из возобновляемых источников энергии (Renewables), так называемый зеленый водород, колеблется от 3 до 7,5 доллара за один килограмм, в некоторых случаях цена может достигать и 10 долларов за один килограмм. Зеленый водород такой дорогой, так как обходится дорого сам процесс производства данного водорода.

Зеленый водород получают из воды с помощью такого физического и химического процесса, как электролиз. И для этого химического процесса необходимо огромное количество электрического тока, для того чтобы разделить воду на такие компоненты, как водород и кислород. И выработка такого большого количества электроэнергии влияет на себестоимость зеленого водорода. Эффективность функционирования электролизеров на данный момент времени составляет примерно 58 %, а расходы денежных ресурсов на химический процесс электролиза составляет около 800 долларов за один киловатт [12].

Для примера приведем цены на традиционные энергоносители (уголь, нефть) с целью проведения сравнительной оценки с водородом.

Как видно из таблицы, цена за один килограмм угля примерно 0,13 долларов, а нефть марки Urals примерно стоит 0,44 доллара за один литр. Поэтому на данный момент очень привлекательно для многих субъектов промышленного производства использовать именно традиционные энергоносители из-за их дешевизны.

Что касается использования водорода на транспорте, в том числе на легковых автомобилях, то тут тоже есть некоторые проблемы. Водород нельзя использовать в обычном двигателе внутреннего сго-

рания в автомобиле и на любом другом транспорте, так как, во-первых, температура горения водорода очень высокая (может достигать до 3000 градусов по Цельсию), поэтому двигатель не выдержит таких температурных перегрузок и просто расплавится; во-вторых, при сжигании водорода образуются токсичные оксиды азота, которые при массовом образовании способны вызвать сильные кислотные дожди.

Таблица – Цены на уголь и нефть в России, в долларах на 2021 год
Table – Coal and oil prices in Russia, in dollars for 2021

Продукция	Цена за 1 кг, \$
Уголь	0,13
Нефть (Urals)	0,44 (за 1 литр)

Есть альтернатива сжиганию водорода – это применение топливных элементов на транспорте. Топливные элементы представляют собой особые батареи, которые преобразовывают химическую энергию водорода в электрическую энергию, тем самым позволяя пропустить этап сжигания водорода.

И в Самарской области расположен крупнейший автомобильный завод в России – ВАЗ (Волжский автомобильный завод), который находится в городе Тольятти, и представляется большая возможность выпускать автомобили на водородных топливных элементах. Но тут кроется еще одна проблема: производство данных топливных элементов является достаточно дорогим, что тормозит активное массовое применение водорода на транспорте (личном, общественном), и не только в нашем регионе, но и во всем мире.

Для использования водорода в жилищно-коммунальном хозяйстве тоже есть существенные ограничения. Для того чтобы обеспечить тепловое и электрическое энергоснабжение жилых домов или производственных предприятий с помощью водорода, необходимо построить и разместить водородные станции на территории Самарской области, которых пока в регионе нет. Эти водородные станции могли бы с помощью водородных трубопроводов обеспечить тепловым и электроснабжением дома и предприятия.

Для того чтобы применять водород в вышеописанных отраслях народного хозяйства, необходимо обеспечить экологичность производства водорода, так как не все виды водорода являются экологичными и при их производстве выбрасывается углекислый газ в окружающую среду. Поэтому необходимо производить и использовать зеленый водород.

Но помимо высокой цены зеленого водорода есть и другая проблема, препятствующая его массовому производству. Для электролиза воды необходимо огромное количество электроэнергии, а эта электроэнергия вырабатывается на различных электростанциях, в том числе на ТЭЦ (теплоэлектростанциях). ТЭЦ, расположенные на территории Самарской области (Новокуйбышевская ТЭЦ-1, Новокуйбышевская ТЭЦ-2, Безымянская ТЭЦ, Самарская ГРЭС имени Г. М. Кржижановского, Самарская ТЭЦ, Сызранская ТЭЦ, Тольяттинская ТЭЦ, ТЭЦ ВАЗа), используют преимущественно природный газ, и, если получать водород из природного газа (голубой водород), мы будем способствовать загрязнению окружающей среды [6; 12].

Поэтому надо получать водород, например, с помощью «чистых» электростанций (Жигулевская гидроэлектростанция, Сызранская гидроэлектростанция, Самарская солнечная электростанция) и посредством полного перехода существующих ТЭЦ на альтернативную энергетику, что займет большое количество денежных ресурсов и времени. По этим причинам производство зеленого водорода на данный момент сильно ограничено [13].

Способы и технологии процесса транспортировки и хранения водорода являются одним из наиболее влиятельных факторов, препятствующих развитию водородной энергетики, так как технологии, которые используются в данный момент времени, не в полной мере отработаны в промышленном производстве, имеют неудовлетворительные технико-экономические индикаторы и приводят к существенному увеличению цен на водород.

В качестве наиболее перспективных способов крупнотоннажной транспортировки водорода рассматривается транспортировка трубопроводным транспортом, различными видами транспорта в сжиженном или компримированном состоянии, а также в связанном состоянии в виде аммиака или жидких органических носителей.

Помимо этого, также серьезным сдерживающим фактором являются технологии улавливания, хранения, транспортировки и использования углекислого газа (CCUS – Carbon Capture, Utilization and Storage). В данный момент времени продолжаются активные научные исследования по разработке новых способов и технологий и модернизации существующих традиционных технологий, от которых будет зависеть будущее развитие водородной энергетики.

Также есть пробелы в законодательстве региона, мешающие развитию водородной энергетики, – это ограниченность нормативно-правовой базы в сфере водородной энергетики, в том числе норм обеспечения безопасности, связанных со стандартизацией оборудования, используемого при производстве и использовании водорода, существует ограниченность в программах государственной поддержки развития водородной энергетики, а также недостаточный уровень инвестиций в научно-исследовательские работы и опытно-конструкторские разработки в области развития водородной энергетики и технологий [14; 15].

Что касается мировоззрения, то немалая часть людей, в том числе простых граждан, ученых, государственных деятелей, не готовы к переходу к водородной энергетике. Многие считают, что на данный момент не имеет смысла осуществлять этот энергетический переход из-за дороговизны всего процесса, сам по себе водород очень дорогой, топливные элементы для транспортных средств все еще дорогие, нет развитой инфраструктуры, которая могла бы обеспечивать непрерывный процесс, происходящий в водородной энергетике. Поэтому, по их мнению, проще продолжать использовать традиционные виды топлива и энергоносителей, а из альтернативной энергетики применять водную, солнечную, ветровую энергию, которая себя зарекомендовала с хорошей стороны.

Многие люди опасаются негативных последствий от использования водорода, так как он является опасным при взаимодействии с кислородом, и это может привести к взрыву. Есть некоторые проблемы с транспортировкой и хранением водорода, связанные с безопасностью. Противники внедрения водорода в народное хозяйство приводят пример с дирижаблем «Гинденбург», который сгорел и потерпел катастрофу. Данный дирижабль был наполнен как раз водородом. Но сейчас разрабатываются технологии, которые позволят с большей безопасностью осуществлять транспортировку и хранение водорода.

Авторы публикуемой статьи полагают, что крупные нефтяные и газовые транснациональные корпорации пока еще не готовы к переходу к водородной энергетике. Самарская область и в целом Россия являются нефте- и газодобывающими регионами, полный переход к водороду может негативно сказаться на экономике, учитывая, что значительная часть доходов бюджета состоит как раз из нефтегазовых доходов.

Замена нефти, а соответственно, и бензина, и дизеля, водородом для автомобилей пока не входит в интересы нефтяных компаний. Хотя необходимо указать, что все равно на данный момент автомобили, например, на природном газе или электромобили пока полностью не заменили автомобили, работающие на бензине или дизеле. Но в будущем эта замена ожидается. Для газовых компаний это тоже может быть невыгодно, так как большинство ТЭЦ (теплоэлектроцентралей) в своей деятельности используют именно природный газ для выработки электроэнергии.

Но если посмотреть на историю развития мировой энергетики, то было осуществлено четыре мировых энергетических перехода. И во втором энергопереходе, когда осуществлялся переход от угля к нефти, люди относились с сомнением к нефти и нефтепродуктам, отдавая предпочтение углю. В ситуации с водородом наблюдается похожая ситуация: люди пока не готовы к новому элементу, но многие страны, в том числе и Россия, приняли стратегии развития водородной энергетики. И если такие шаги предприняты, то нет сомнений, что переход на водород будет осуществлен.

Заключение

На наш взгляд, к основным предложениям по продвижению и развитию водородной энергетики в Самарской области можно отнести следующие:

1) Должны быть определены, помимо федеральной, и региональная водородная стратегия, и «дорожная карта» с конкретными целями по внедрению низкоуглеродного производства и водородных технологий и, в частности, по стимулированию спроса, они имеют решающее значение для укрепления уверенности заинтересованных сторон в потенциале данного рынка. Это жизненно важный первый шаг, так как он может придать импульс и стимулировать дополнительные инвестиции для масштабирования и ускорения развертывания;

2) Применение мер, которые действенным образом будут способствовать раскрытию водородной энергетики в регионе, к наиболее значимым из которых можно отнести вектор развития низкоуглеродистого водорода, взамен неослабевающих альтернатив, основанных на ископаемом топливе;

3) Необходимо проведение корректировки региональной политики в данном вопросе. Она должна учитывать существующий ценовой разрыв между стоимостью использования низкоуглеродистого водорода и неуклонным использованием водорода на основе ископаемого топлива и пытаться его преодолеть. Так, например, многие страны используют ценообразование на выбросы углерода, чтобы закрыть этот разрыв в затратах, но это недостаточно эффективно. На наш взгляд, помимо этого, необходимо осуществлять активное применение широкого перечня инструментов, таких как квоты, мандаты, аукционы, требования к водороду в государственных закупках, это может помочь снизить инвестиционный риск и сделать низкоуглеродный водород экономически целесообразным;

4) Осуществление стимулирования путем инвестиций в низкоуглеродные производственные предприятия, а также сопутствующую инфраструктуру. Но немаловажным фактором в данном вопросе является скорость проведения данных изменений, если темпы будут низкими, существует риск провала целевых показателей в области поставленных климатических целей. Также следует отметить необходимость активной государственной поддержки готовых к реализации флагманских проектов в данной области. Не стоит забывать, что это может дать толчок к расширению масштабов использования низкоуглеродного водорода, а также способствовать активной модернизации инфраструктуры для подключения источников поставок к центрам спроса и производственным мощностям, из чего могут извлечь выгоду более поздние проекты;

5) Осуществление активной инновационной политики в данном вопросе, направленной в первую очередь на повышение конкурентоспособности водородных технологий путем снижения затрат на их реализацию. Для достижения данной цели потребуются большие денежные вливания на осуществление исследований и разработок в данной области. А также необходимо осуществлять всестороннюю активную поддержку разработанных проектов в области водородной энергии, чтобы ключевые водородные технологии достигли стадии коммерциализации как можно скорее;

6) Так как внедрение водорода порождает новые цепочки создания стоимости, необходимо будет адаптировать существующие нормативные рамки и определить новые стандарты и схемы сертификации, чтобы устранить оставшиеся барьеры.

Библиографический список

1. Водородная энергетика: что это такое и почему за ней будущее // National Geographic Россия.
2. Водородное топливо: проблемы и перспективы // Институт теплофизики имени С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук. URL: http://www.itp.nsc.ru/news/vodorodnoe_toplivo_problemy_i_perspektivy.html (дата обращения: 26.02.2023).
3. В России появился консорциум по развитию водородных технологий // Самарский государственный технический университет. URL: <https://samgtu.ru/news/view/v-rossii-poyavilsya-konsorcium-po-razvitiyu-vodorodnyx-technologij> (дата обращения: 14.02.2023).
4. Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации // Правительство Российской Федерации. URL: <http://static.government.ru/media/files/5JFns1CDAKqYKzZ0mnRADAw2NqcVsexl.pdf> (дата обращения: 16.02.2023).
5. Проблемы водородной энергетики // Пост Наука. URL: <https://postnauka.ru/video/95574> (дата обращения: 16.02.2023).
6. Курносова Е.А., Тюкавкин Н.М. Методология и инструментарий оценки эффективности инфраструктуры инновационной деятельности региональной промышленности. Самара: «САМАРАМА», 2021. 222 с. ISBN 978-5-6046812-9-9. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47395894>. EDN: <https://www.elibrary.ru/vbsrqf>.
7. Миронова Е.А., Чебыкина М.В., Шаталова Т.Н. Инновационные подходы к развитию совокупного ресурсного потенциала региона // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2022. № 3. С. 67–78. DOI: <https://doi.org/10.18384/2310-6646-2022-3-67-78>. EDN: <https://www.elibrary.ru/wqeggy>.
8. Угрюмова А.А., Ерохина Е.В., Савельева М.В. Региональная экономика и управление: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. 2-е изд. Москва: Издательство Юрайт, 2018. 477 с. URL: <https://urait.ru/bcode/511847>.
9. Региональная экономика: учебник для вузов / под ред. Е.Л. Плисецкого. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Юрайт, 2021. 532 с. URL: <https://urait.ru/bcode/510967>.

10. Хмелева Г.А., Семенычев В.К., Королева Е.Н. [и др.] Инновационное развитие российских регионов в условиях санкций. Самара: Автономная некоммерческая организация «Издательство Самарского Научного Центра», 2017. 304 с. ISBN 978-5-93424-802-5. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32343779>. EDN: <https://www.elibrary.ru/ynaalm>.

11. Горькая Ж.В., Горький А.С. Некоторые аспекты применения проактивной стратегии обучения в вузе // Образование в современном мире: стратегические инициативы: сборник научных трудов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвящ. 75-летию университета, Самара, 14 апреля 2017 года. Самара: Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 2017. С. 466–472. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30532297>. EDN: <https://www.elibrary.ru/zsdpdf>.

12. Горький А.С., Подборнова Е.С., Тюкавкин Н.М. Теоретические вопросы исследования диверсификации промышленных предприятий // Инновационные процессы в формировании интегрированных структур региональных промышленных комплексов Поволжья: сборник материалов международной научно-практической конференции, Самара, 27 февраля 2017 года. Самара: АНО «Издательство СНЦ», 2017. С. 51–56. URL: <http://repo.ssau.ru/handle/INNOVACIONNYYE-PROCESSY-V-FORMIROVANII-INTEGRIROVANNYYH-STRUKTUR-REGIONALNYH-PROMYSHLENNYH-KOMPLEKSOV-POVOLZhYa/Teoreticheskie-voprosy-issledovaniya-diversifikacii-promyshlennyh-predpriyatii-63449?ysclid=ln8nhgbujv39372733>; <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28967630>. EDN: <https://www.elibrary.ru/yjxjgd>.

13. Кара А.Н., Собственникова О.И., Ченцова Н.М. [и др.] Социально-экономические аспекты развития региональной экономики. Москва: Типография "Ваш Полиграфический Партнер", 2013. 316 с. ISBN 978-5-4253-0617-3. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25371202>. EDN: <https://www.elibrary.ru/vjfdqpr>.

14. Оруч Т.А. Процесс интенсификации импортозамещения на основе технологических инноваций в промышленном секторе России // Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов: сборник материалов XXI Международной научно-практической конференции, Москва, 14 июня 2023 года. Санкт-Петербург: Печатный цех, 2023. С. 246–251. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54168616>. EDN: <https://www.elibrary.ru/cpvfir>.

15. Агаева Л.К., Курносова Е.А. Роль инновационного потенциала региона в условиях модернизации // Модернизация промышленных комплексов Поволжья: проблемы, тенденции, механизмы: сборник материалов международной научно-практической конференции, Самара, 01 октября 2016 года. Самара: Самарский научный центр РАН, 2016. С. 5–12. URL: <http://repo.ssau.ru/handle/Mezhdunarodnaya-nauchnoprakticheskaya-konferenciya-MODERNIZACIYa-PROMYSHLENNYH-KOMPLEKSOV-POVOLZhYa-PROBLEMY-TENDENSIJ-MEHANIZMY/ROL-INNOVACIONNOGO-POTENCIALA-REGIONA-V-USLOVIYaH-MODERNIZACII-59912?ysclid=ln8oblnkw49728497>; <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27308339>. EDN: <https://www.elibrary.ru/wzphnh>.

References

1. Hydrogen energy: what is it and why is it the future. Retrieved from the official website of National Geographic Russia. Available at: <https://nat-geo.ru/science/vodorodnaya-energetika-chto-eto-takoe-i-pochemu-za-nej-budusheel/> (accessed 06.02.2023).

2. Hydrogen fuel: problems and prospects. Retrieved from the official website of the Kuteladze Institute of Thermal Physics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Available at: http://www.itp.nsc.ru/news/vodorodnoe_fuel_problemy_i_perspektivy.html (accessed 26.02.2023). (In Russ.)

3. A consortium for the development of hydrogen technologies has appeared in Russia. Retrieved from the official website of Samara State Technical University. URL: <https://samgtu.ru/news/view/v-rossii-poyavilsya-konsorcium-po-razvitiyu-vodorodnyh-tekhnologij> (accessed 14.02.2023). (In Russ.)

4. Concept of the development of hydrogen energy in the Russian Federation. Retrieved from the official website of the Government of the Russian Federation. Available at: <http://static.government.ru/media/files/5JFns1CDAKqYKzZ0mnRADAw2NqcVsexl.pdf> (accessed 16.02.2023). (In Russ.)

5. Problems of hydrogen energy. Retrieved from the official website of Post Nauka. Available at: <https://postnauka.ru/video/95574> (accessed 16.02.2023). (In Russ.)

6. Kurnosova E.A., Tyukavkim N.M. Methodology and tools for assessing the effectiveness of infrastructure for innovative activities of regional industry. Samara: SAMARAMA, 2021, 222 p. ISBN 978-5-6046812-9-9. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47395894>. EDN: <https://www.elibrary.ru/vbsrqf>. (In Russ.)
7. Mironova E.A., Chebykina M.V., Shatalova T.N. Innovative approaches to the development of the total resource potential of the region. *Bulletin of the State University of Education. Series: Economics*, 2022, no. 3, pp. 67–78. DOI: <https://doi.org/10.18384/2310-6646-2022-3-67-78>. EDN: <https://www.elibrary.ru/wqeggy>. (In Russ.)
8. Ugryumova A.A., Erokhina E.V., Savelyeva M.V. Regional economics and management: textbook and workshop for undergraduate and graduate students. 2nd edition. Moscow: Izdatel'stvo Yurait, 2018, 477 p. Available at: <https://urait.ru/bcode/511847>. (In Russ.)
9. Plisetsky E.L. (Ed.) Regional economy: textbook for universities. 3rd edition, revised and enlarged. Moscow: Yurait, 2021, 532 p. Available at: <https://urait.ru/bcode/510967>. (In Russ.)
10. Khmeleva G.A., Semenychev V.K., Koroleva E.N. [et al.] Innovative development of Russian regions under sanctions. Samara: Avtonomnaya nekommercheskaya organizatsiya «Izdatel'stvo Samarskogo Nauchnogo Tsentra», 2017, 304 p. ISBN 978-5-93424-802-5. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32343779>. EDN: <https://www.elibrary.ru/ynaalm>. (In Russ.)
11. Gorkaya Zh.V., Gorky A.S. Some aspects of the application of a proactive learning strategy at a university. In: *Education in the modern world: strategic initiatives: collection of scientific papers of the All-Russian research and methodological conference with international participation, dedicated to the 75th anniversary of the university, Samara, April 14, 2017*. Samara: Samarskii natsional'nyi issledovatel'skii universitet imeni akademika S.P. Koroleva, 2017, pp. 466–472. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30532297>. EDN: <https://www.elibrary.ru/zsdpdf>. (In Russ.)
12. Gorky A.S., Podbornova E.S., Tyukavkin N.M. Theoretical issues of research into the diversification of industrial enterprises. In: *Innovative processes in the formation of integrated structures of regional industrial complexes of the Volga region: collection of materials of the international research and practical conference, Samara, February 27, 2017*. Samara: ANO «Izdatel'stvo SNTs», 2017, pp. 51–56. Available at: <http://repo.ssau.ru/handle/INNOVACIONNYYE-PROCESSY-V-FORMIROVANII-INTEGRIROVANNYH-STRUKTUR-REGIONALNYH-PROMYShLENNYH-KOMPLEKSOV-POVOLZhYa/Teoreticheskie-voprosy-issledovaniya-diversifikacii-promyshlennyh-predpriatii-63449?ysclid=ln8nhgbujv39372733>; <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28967630>. EDN: <https://www.elibrary.ru/yjxjgd>. (In Russ.)
13. Kara A.N., Sobstvennikova O.I., Chentsova N.M. [et al.] Socio-economic aspects of the development of regional economy. Moscow: Tipografiya «Vash Poligraficheskii Partner», 2013, 316 p. ISBN 978-5-4253-0617-3. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25371202>. EDN: <https://www.elibrary.ru/vjfdqp>. (In Russ.)
14. Oruch T.A. The process of intensification of import substitution based on technological innovations in the industrial sector of Russia. In: *Actual problems of society, economics and law in the context of global challenges: collection of materials of the XXI International research and practical conference, Moscow, June 14, 2023*. Saint Petersburg: Pechatnyi tsekh, 2023, pp. 246–251. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54168616>. EDN: <https://www.elibrary.ru/cpvttir>. (In Russ.)
15. Agaeva L.K., Kurnosova E.A. The role of innovative potential of the region in the conditions of modernization. In: *Modernization of industrial complexes of the Volga region: problems, trends, mechanisms: collection of materials of the international research and practical conference, Samara, October 01, 2016*. Samara: Samarskii nauchnyi tsentr RAN, 2016, pp. 5–12. Available at: <http://repo.ssau.ru/handle/Mezhdunarodnaya-nauchnoprakticheskaya-konferenciya-MODERNIZACIYa-PROMYShLENNYH-KOMPLEKSOV-POVOLZhYa-PROBLEMY-TENDENCIIMEHANIZMY/ROL-INNOVACIONNOGO-POTENCIALA-REGIONA-V-USLOVIYaH-MODERNIZACII-59912?ysclid=ln8oblnlkw49728497>; <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27308339>. EDN: <https://www.elibrary.ru/wzphnh>. (In Russ.)