

Японские исследования. 2020. № 4. С. 64–77.

Japanese Studies in Russia, 2020, 4, pp. 64–77.

DOI: 10.24411/2500-2872-2020-10028

Политика Японии в области развития водородной энергетики

К.А. Корнеев

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы развития водородной энергетики (ВЭ) в Японии, а также характеризуются различные аспекты внутренней и внешней политики страны в этом направлении. Технологии возобновляемой энергетики с каждым годом развиваются всё активнее, и водород занимает среди них одно из лидирующих мест. Особенно это актуально для стран с дефицитом ископаемых энергоресурсов (уголь, нефть, природный газ), к которым и относится Япония. Значение топливной энергетики снижается по мере роста экономической эффективности возобновляемых источников энергии (ВИЭ), но экспансия последних также сталкивается с естественно-природными (климатическими) и технологическими ограничениями. В этом смысле водород может стать основой для энергетики будущего, если удастся решить проблемы с его транспортировкой, хранением и безопасным использованием. Для успешного развития водородной энергетики Японии следует чётко ответить на несколько вопросов. Первый: каким способом предпочтительней получать водород (собственное производство традиционным либо «зелёным» способом, импорт, создание совместных производств с зарубежными партнёрами). Второй: какие отрасли наиболее предпочтительны для внедрения водородных технологий. И третий: достижима ли коммерческая эффективность (окупаемость) строительства и эксплуатации различных объектов водородной инфраструктуры. Большое значение имеет также создание международно-правового режима экспорта/импорта водорода ввиду значительной сложности и опасности таких операций. Энергетическая безопасность принципиально важна для Японии, поэтому требования к эксплуатации энергетической инфраструктуры в стране очень высоки. Несомненно, без поэтапного внедрения этих мер ущерб от аварии на АЭС «Фукусима» был бы значительно выше. Постоянная практика работы в условиях жёстких ограничений и регламентов сформировала в Японии устойчивые механизмы по противодействию нештатным ситуациям и относительно быстрой ликвидации их последствий без критического ущерба для населения. С учётом этих факторов изучение опыта Японии, первой в мире принявшей и уже частично реализовавшей целенаправленную Стратегию развития водородной энергетики, представляет большой научно-практический интерес.

Ключевые слова: энергетическая политика Японии, водородная энергетика, международное сотрудничество, регион Восточной Азии.

Автор: Корнеев Константин Анатольевич, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, Институт Дальнего Востока РАН. E-mail: k_korneev@mail.ru

Благодарности: Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта РФФИ, проект «Разработка методического подхода и научного инструментария для оценки влияния водородных технологий на энергетическое сотрудничество в Северо-Восточной Азии» № 20-014-00024.

Japan's policy in the field of hydrogen energetics development

K.A. Korneev

Abstract. The article is devoted to the problems of hydrogen energetics development in Japan and various aspects of Japan's domestic and foreign policy in this direction. Renewable energy technologies are evolving increasingly actively, and hydrogen takes one of the leading places among them. This is especially important for countries with a deficit of fossil energy resources (coal, oil, and natural gas), which Japan belongs to. The significance of traditional fuel energy decreases as the economic efficiency of renewable energy sources increases, but the expansion of the latter also faces natural (climatic) and technological limitations. In this context, hydrogen will be able to be the bedrock for the future power engineering if the challenges of its transportation, storage, and safe use for energy production can be solved. For the successful development of hydrogen energy in Japan, several questions should be clearly answered. First: what is the preferable way to obtain hydrogen (national production in a traditional or "green" way, import, establishment of joint ventures with foreign partners. Second: which industries are most preferable for the introduction of hydrogen technologies? And third: is the commercial efficiency (payback) achievable for the construction and operation of various hydrogen infrastructure facilities? The establishment of the international legal regime for the export/import of hydrogen is also of great importance, given the considerable complexity and danger of such operations. Energy security is crucial for Japan, and that is why the requirements for energy infrastructure operation here are very high. Without a step-by-step implementation of these measures, the damage caused by the Fukushima nuclear power plant accident would have been much greater. A constant practice of work under the conditions of strict restrictions and regulations has formed in Japan stable mechanisms to counter emergency situations and relatively rapidly mitigate consequences while preventing critical damage to the population. Therefore, the study of the experience of Japan, the first nation in the world that adopted and started to realize a purposeful strategy for the development of hydrogen energy, constitutes a great scientific and practical interest.

Keywords: Japan's energy policy, hydrogen energetics, international cooperation, East Asian region.

Author: Korneev Konstantin A., PhD (History), senior researcher, Institute of Far Eastern Studies of the Russian Academy of Sciences. E-mail: k_korneev@mail.ru

Acknowledgements: The article was prepared with the financial support of the RFBR grant "The development of methodological approach and scientific tools for a study on the impact of hydrogen technologies on international energy cooperation in Northeast Asia" No. 20-014-00024.

Введение

Япония с 1960-х годов активно развивала атомную энергетику, чтобы снизить зависимость от импортируемых первичных энергоресурсов, и добилась в этом хороших результатов – к 2010 г. АЭС страны вырабатывали до 30% всей требуемой электроэнергии. Однако авария на АЭС «Фукусима-1» в марте 2011 г. поставила эту отрасль на грань полной ликвидации, что, в свою очередь, стимулировало новый виток интереса к технологиям ВИЭ, среди которых водород занимает не последнее место. Крупные японские корпорации и официальные представители японского Министерства экономики, торговли и промышленности (МЭТП) впоследствии неоднократно заявляли о важности развития водородной энергетики для будущего Японии.

Речь идёт не об абстрактном значении водорода как перспективного возобновляемого источника энергии, а о конкретных технических решениях, которые могли бы работать в автомобилестроении, кораблестроении, энергоснабжении коммерческих (офисных) зданий. Также нужны фундаментальные исследования с целью разработки новых технологий, благодаря которым станет возможным получение водорода из различных возобновляемых источников, его содержащих, с помощью возобновляемой же энергетики. Задача – сделать водород доступным источником энергии не только для крупных промышленных игроков и электроэнергетических компаний, но в перспективе и для широких слоёв населения путём выпуска цифровой техники, бытовой электроники и т.д. на основе компактных и долговечных водородных топливных элементов (ВТЭ) [Hydrogen Fuel from Thin Air, 2019].

В настоящий момент Япония является крупнейшим в мире импортёром сжиженного природного газа (СПГ), входит в четвёрку крупнейших импортёров угля и нефти. Неудивительно, что страна стремится к максимальной оптимизации и эффективности потребления первичных энергоресурсов. Поэтому выработка водорода из дорогостоящего импортируемого природного газа экономически не оправдана, что заставляет государственные и отраслевые научно-исследовательские центры искать альтернативные пути. Несмотря на то, что основой для последовательной «декарбонизации» японской экономики по-прежнему остаётся снижение потребления ископаемого топлива и увеличение доли «традиционных» видов возобновляемой энергетики (солнечная, ветровая, геотермальная, использование биотоплива и т.п.), роль и место водорода как практически неисчерпаемого (сообразно потребностям человечества) химического элемента сомнениям не подвергается [Tomkiewicz, 2019].

Развитие транспорта на водородных топливных элементах

Справедливости ради следует отметить, что о необходимости развития водородной энергетики (ВЭ) в Японии заговорили ещё в самом начале 2000-х, когда стало понятно, что использование водородных топливных элементов (ВТЭ) для энергоснабжения, например, коммерческих зданий и промышленных объектов, может быть вполне эффективно. В 2010–2017 гг. в таких мегаполисах, как Токио и Осака на принципах частно-государственного партнёрства были собраны несколько экспериментальных водородных мини-электростанций мощностью 10–50 кВт, которые и сейчас используются для автономного энергоснабжения малых промышленных предприятий, торговых-развлекательных и офисных центров, отдельных домохозяйств [Valovirta, 2018]. Также к 2009 г. Япония стала одним из мировых лидеров по продажам топливных элементов для бытовых нужд; но активнее всего развивался автомобильный транспорт на основе этих систем – к началу 2018 г. в стране было произведено суммарно около 3000 автомобилей на ВТЭ и построено около 100 водородных заправочных станций [Crolius, 2017].

По оценкам авторитетных научно-исследовательских и правительственных организаций (Институт экономики энергетики Японии, Агентство природных ресурсов и энергетики при Министерстве экономики, торговли и промышленности, Международный центр исследований водородной энергетики при университете Кюсю) инвестиции в строительство водородной инфраструктуры и в разработку новых технологий водородной энергетики на транспорте к 2030 г. составят 5 млрд долл. США, что укрепит позиции Японии в этой сфере. Однако для

достижения таких результатов усилий отдельных компаний недостаточно, требуется создание консорциума.

Понимая это, крупные корпорации – Toyota, Honda, Nissan, Tokyo Gas и Iwatani Corp. – совместно с некоторыми другими компаниями, работающими над созданием способов транспортировки и хранения водорода, в 2017 г. основали совместное предприятие Japan H2 Mobility. Цель – ускорение процесса практической апробации создаваемых водородных технологий в сфере автомобилестроения с привлечением государственных субсидий [Ikeda, 2018]. Обращает на себя внимание тот факт, что, например, для увеличения количества водородных заправочных станций необходимо как снижение капитальных затрат, так и повышение уровней системной надежности. Одним из наиболее важных факторов для достижения этой цели могло бы стать создание такой логистической цепочки, где на каждом этапе транспортировки водорода действовали бы единые стандарты, чего в настоящее время нет. Наличие таких стандартов также способствовало бы сокращению сроков проектирования и строительства новых водородных АЗС, и позволило бы добиться большей финансовой устойчивости бизнеса.

Японское правительство постепенно вносит изменения в действующие правила, чтобы облегчить дальнейшее строительство водородных АЗС. Например, в феврале 2018 г. Министерство экономики, торговли и промышленности начало смягчать положения регулирующих актов по пожарной безопасности, которые ранее препятствовали увеличению числа станций. Либерализация административных ограничений поможет компаниям-операторам водородных АЗС устанавливать станции в непосредственной близости от обычных АЗС, и таким образом интегрировать их в уже существующие инфраструктурные кластеры [Makino, 2020].

Вообще, по оценкам экспертов Japan H2 Mobility, к концу 2020 г. расходы на ремонт и эксплуатацию водородных заправочных станций должны быть сокращены вдвое по сравнению с 2016 г., а к 2025 г. – втрое. Что касается автомобилей и другой техники, работающей на водородных топливных элементах, то планируется довести её количество на дорогах Японии к 2030 г. до 800 000 единиц. На долю транспорта приходится до 20% всех выбросов CO₂, (45% – электроэнергетика, 35% – промышленность, сфера услуг и др.) поэтому увеличение доли водорода в цепочке производства и распределения энергии улучшит экологическую ситуацию в стране [Lida and Sakata, 2019].

Интересный проект ближайшего будущего – скоростной поезд на водородных топливных элементах, тестовая эксплуатация которого, по заявлению компании JR East, должна начаться в 2021 г. Работа двигательной установки этого поезда основана на гибридном принципе, сочетающем в себе как водородные топливные элементы, так и литий-ионные аккумуляторы. JR East потратит около 40 млн долл. на разработку двухвагонного состава и планирует добиться его коммерческой рентабельности к 2024 г. Поезд будет развивать максимальную скорость до 100 км/ч и проходить около 140 километров на одной водородной заправке [Fuel Cell Trains to Be Tested in Japan, 2019]. Пока сложно говорить, возможен ли даже частичный перевод подвижного состава, например, наземного токийского метро, на такие инновационные вагоны, однако в планах руководства Большого Токио – превращение столицы Японии в один из наиболее комфортных и дружелюбных по отношению к окружающей среде мегаполисов мира, так что перспективы у таких предложений есть.

Среди достижений японских корпораций необходимо выделить ещё одно. Весной 2020 г. на территории префектуры Фукусима, наиболее сильно пострадавшей от землетрясения и цунами в 2011 г., был официально запущен крупнейший в мире завод по производству водорода с помощью возобновляемых источников энергии номинальной мощностью 10 МВт. В число соучредителей этого проекта вошли Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation (Toshiba ESS), New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO), Tohoku Electric Power Co и корпорация Iwatani. Водород производится путем электролиза воды с использованием электрической энергии, вырабатываемой солнечными энергетическими установками, и будет преимущественно использоваться для питания стационарных батарей и двигательных установок транспортных средств, работающих на топливных элементах. Максимальная мощность завода – до 100 кг или 1200 м³ водорода в час, чего достаточно для полной заправки 560 автомобилей ежедневно [Fukushima Opened Largest Hydrogen Plant in the World, 2020].

Преимущества водородной энергетики (экологичность, высокий КПД и т.д.) в должной мере могут считаться таковыми, если используется водород, полученный с помощью возобновляемых источников энергии. Традиционные способы, такие как промышленный электролиз или каталитический риформинг, требуют больших энергозатрат, наличия сложных и дорогих установок, а также в процессе своей работы наносят вред окружающей среде. К тому же, основным потребителем водорода, выработанного традиционным способом, является химическая промышленность – и это устоявшиеся технологические принципы. Поэтому научно-исследовательские и отраслевые институты таких стран, как США, Германия и Китай активно ищут дополнительные способы недорогого производства водорода с помощью возобновляемых источников энергии, который мог бы широко использоваться для питания двигательных установок автомобилей и полноценного энергоснабжения зданий. Япония также добилась в этом направлении значительных результатов. Так, компания Eneco Holdings разработала технологию, позволяющую получать водород по цене значительно меньшей, чем традиционными способами. Речь идёт об электролизе небольших объёмов воды, для чего могут использоваться солнечные или ветроэнергетические установки малой мощности. Технология позволяет из двух литров воды получать такой объём водорода, которого будет достаточно для выработки 65 кВт·ч электроэнергии [Eneco Holdings, 2019].

Институты и механизмы развития водородной энергетики

Возрастание роли и возможностей водородной энергетики привело к необходимости систематизации и структуризации мер в этой сфере. В 2014 г., в дополнение к очередной редакции Основного энергетического плана Японии (ОЭП), была принята и Дорожная карта развития водородной энергетики и транспорта. В конце 2017 г., параллельно с разработкой новой версии ОЭП, в Дорожную карту внесли актуальные дополнения и назвали Базовой стратегией развития водородной энергетики. Следует ещё раз отметить, что Япония стала первой страной в мире, на официальном уровне принявшей подобный документ [Basic Hydrogen Strategy, 2017].

В Базовой стратегии сформулированы основные направления развития водородной энергетики и намечены количественные ориентиры использования водорода в производстве

и потреблении энергии до 2050 г. Речь идёт и о макросистемах (промышленных объектах, технопарках, крупных деловых центрах), и о бытовых потребностях населения, таких как электроснабжение/отопление жилых помещений, и о производстве доступных транспортных средств и т.д.

В рамках стратегии выделяются четыре основных направления:

1. Заметное увеличение роли водорода в энергоснабжении потребителей и производстве транспортных средств, причём не только автомобилей для личных нужд, но и грузовиков, автопогрузчиков, локомотивов и даже маломерных морских судов.

2. Развитие инфраструктуры транспортировки водорода – как морским путём, так и через систему трубопроводов на территории Японии. Строительство водородных кластеров, а именно, специальных территорий, на которых водород как энергоресурс будет иметь первостепенное значение.

3. Создание приоритетных возможностей для развития водородной энергетики и повышения её доли в энергобалансе страны до 25–30% (с учётом доли ВИЭ). Широкое внедрение систем улавливания и хранения углерода, с помощью которых по технологии парового риформинга углеродной загрузки можно получать синтез-газ, который в свою очередь будет использоваться для выделения «зелёного» водорода [Lida and Sakata, 2019].

4. Разработка механизмов международного сотрудничества в вопросах транспорта и хранения водорода, а также создание единых стандартов для образцов техники, работающей на ВТЭ.

Предполагается, что к 2050 г., при условии своевременной реализации положений Стратегии, потребность Японии в водороде будет варьироваться в диапазоне 5–10 млн тонн в год, причём собственное производство будет в состоянии покрыть не более половины этой потребности. Планируется, что к 2030 г. в Японию будет поставляться порядка 250 тыс. тонн «зелёного» водорода ежегодно, и собственное производство составит примерно столько же. Также в приложениях к Стратегии говорится о необходимости совершенствования водородных технологий; поставлена цель к 2030 г. добиться снижения стоимости 1 кВт·ч электроэнергии, выработанной на основе водорода, до 17 иен (в настоящий момент – порядка 80 иен) [Basic Hydrogen Strategy, 2017].

Базовая стратегия развития водородной энергетики – это, по сути, комплексный документ, в котором указывается на важность развития этой отрасли в сопряжении с «традиционными» ВИЭ на основе энергии солнца, ветра, геотермальных источников.

Безусловно, японская политика в области развития водородной энергетики носит последовательный и системный характер. Действие многих регулирующих актов уже расширено и распространено, в том числе, и на водород как источник энергии. Можно сказать, что в стране активно формируются институты управления ВЭ, многие из которых не имеют аналогов в других странах с развитыми секторами ВИЭ (США, ЕС, Китай и др.).

Перечислим наиболее важные из этих законов:

1) Закон о безопасности транспортировки и хранения газа под высоким давлением (High Pressure Gas Safety Act).

2) Закон о безопасности и здоровье персонала на производстве (Industrial Safety and Health Act).

3) Закон о предотвращении катастроф на нефтеперерабатывающих заводах и нефтехимических комплексах (Act on Prevention of Disasters in Petroleum Industrial Complexes and Other Petroleum Facilities).

4) Закон о пользовании морскими портами (Act on Port Regulation). Он интересен тем, что вводит специальные правила размещения на территории портов как значимых перевалочных хабов водородной инфраструктуры, например, подземных хранилищ, установок по сжижению водорода, водородных заправочных станций и др. [Arias, 2019].

Перечисленные выше документы не только формируют институциональную структуру новой энергетической отрасли, но и позволяют усовершенствовать систему работы с технологиями, которые регламентируются требованиями повышенной безопасности. Тем не менее, в настоящее время коммерческая окупаемость проектов в сфере водородной энергетики вряд ли достижима, поскольку, во-первых, нет достаточного технологического задела, а во-вторых, по факту действуют высокие нормы возврата инвестиций (более 20 лет), что не устраивает даже крупный бизнес, не говоря о среднем и мелком. Но, по мнению оптимистов, достижение коммерческой окупаемости – дело ближайших 10 лет, и у Японии есть все возможности для закрепления успехов на этом направлении и перехода к экспорту своих технологий в другие страны [Nagashima, 2018].

Несмотря на то, что водородная энергетика в Японии относится к числу перспективных отраслей, существует и немало скептиков, полагающих, что коммерчески эффективная и безопасная эксплуатация водородных электростанций, транспортных средств, не говоря уже о бытовой технике и портативных цифровых устройствах, вряд ли возможна просто исходя из свойств водорода как химического элемента. Однако правительство и компании, работающие над этой проблемой, уповают на появление новых технологических решений, способных вывести водород в число лидеров возобновляемой энергетики.

Режим международного сотрудничества в области водородной энергетики в Восточной Азии

В 2010-е годы Япония немало внимания уделяла продвижению принципов и режимов международного сотрудничества по вопросам торговли водородом и способам его транспортировки, хранения и практического применения в энергетике. Однако результаты деятельности по внедрению подобной устойчивой международной практики в регионе Восточной Азии пока достаточно скромные. Можно выделить три основные причины этого:

1. Неуверенность власти, бизнеса и экспертного сообщества в том, что водородная энергетика является полноценной альтернативой традиционной топливной энергетике, а также нежелание правительств нести большие финансовые расходы на строительство электроводородной инфраструктуры.

2. Необходимость серьезной государственной поддержки как научно-исследовательской, так и коммерческой деятельности в сфере водородной энергетики. Это в большей степени касается кадровых и материально-технических ресурсов.

3. Неоднозначное восприятие перспектив водородной энергетики общественным мнением. Авария на японской АЭС «Фукусима» показала, что потенциальный ущерб от техногенной катастрофы может превзойти те выгоды для экономики (в первую очередь, снижение тарифов на электроэнергию), которые дают «альтернативные» энергоресурсы.

На различных крупных энергетических и экономических форумах, проводимых под эгидой международных организаций (ASEAN, АПЕС) с начала 2010-х, проблемы развития водородной энергетики и создания электроэнергетической инфраструктуры, в том числе межгосударственной, неоднократно становились предметом обсуждений, но каких-либо «твёрдых» решений принято не было. Нет смысла перечислять эти встречи и саммиты, но в качестве показательного примера можно привести Совместное заявление по итогам 13-й встречи министров энергетики стран Восточной Азии в рамках энергетического саммита, прошедшего под эгидой АСЕАН в Бангкоке 5 сентября 2019 г.

Министры обсудили ход осуществления различных мероприятий по региональному энергетическому сотрудничеству и отметили расширение спектра и направлений кооперации в области развития технологий возобновляемой энергетики. Среди текущих проектов и новых инициатив были выделены: энергоэффективные технологии, интеллектуальные энергетические системы, инновационные решения для хранения энергии, выработанной на солнечных и ветроэнергетических установках, меры по улавливанию и утилизации парниковых газов, а также водородные технологии. Было отмечено, что страны-участницы саммита активизировали усилия по обмену опытом и достижениями.

Кроме того, министры подчеркнули важность увеличения инвестиций (как государственных, так и частных) в отрасли, занимающиеся энергообеспечением промышленного и коммерческого секторов, транспорта и населения. Япония выдвинула инициативу по дальнейшему поощрению инвестиций в промышленную рециркуляцию углерода. Также министры выразили надежду на сотрудничество в области разработок и внедрения «чистых» энергетических технологий для достижения устойчивого экономического роста, энергетической безопасности и охраны окружающей среды. Участники совещания высоко оценили продолжающуюся активную деятельность Японии по содействию региональному сотрудничеству и обмену информацией по всем аспектам разработки технологий использования водорода в энергетической и транспортной сферах [Joint Ministerial Statement, 2019].

Представители МЭТП уже не первый год являются постоянными участниками таких межгосударственных саммитов. Словом, японское правительство наряду с крупными национальными компаниями, быстро избавившись от иллюзий по части создания международного режима торговли водородом в ближайшем будущем, стали делать акцент на двустороннее взаимодействие с вероятными поставщиками готового водорода либо недорогого натурального (природного) сырья для его получения на территории Японии.

Примеры двустороннего сотрудничества в области водородной энергетики

В 2017 г. компания Kawasaki Heavy Industries при поддержке Mitsubishi Corporation и Statoil заключила соглашение с норвежским производителем водорода на основе гидроэнергии и энергии ветра Nel Hydrogen. В настоящий момент ведётся НИР по вероятным технологиям сжижения и транспортировки водорода в Японию. Предполагаемая цена в портах назначения может составить 24 иены за кубический метр. Благодаря импорту недорогого водорода японское правительство в лице МЭТП планирует к 2025 г. довести стоимость одного модуля типа PEMFC (твёрдополимерные топливные элементы, мощность 100 кВт) до 7000 долл., и

SOFC (твёрдоокисидные топливные элементы, мощность 1–2 МВт) – до 9000 долл. [Nagashima, 2018].

В июле 2017 г. четыре крупные компании – Chiyoda Corporation, Mitsubishi Corporation, Mitsui & Co. LTD., и Nippon Yusen Kabushiki Kaisha – основали Ассоциацию передовых водородных энергетических технологий (AHEAD) и запустили первый в мире масштабный проект по созданию межгосударственного коридора транспортировки водорода в кооперации с государством Бруней. Предполагалось инвестировать до 100 миллионов долларов США в это начинание. На первом этапе требовалось построить необходимую инфраструктуру и определить коммерческую жизнеспособность проекта. Цель проекта – производство водорода методом паровой конверсии из природного газа, который изначально доставляется в сжиженном виде на территорию Брунея из третьих стран. В водород, получаемый на заводе в Брунее, добавляется специальное вещество – толуол. Получившуюся смесь доставляют морем на завод в японском городе Кавасаки, где толуол из смеси удаляется и отправляется обратно в Бруней для повторного использования. Принципиально важно то, что такая смесь не требует сложного процесса охлаждения и сжижения, её можно транспортировать в цистернах при температуре в пределах 20–30°C и обычном давлении.

Ожидалось, что к концу 2020 г. по этой схеме будет получено 210 тонн водорода, что эквивалентно разовой полной заправке 40 тыс. транспортных средств, работающих на водородных топливных элементах [Arias, 2019]. Также планировалось, что водород будет использоваться как топливо для газотурбинных электростанций. И если такая электростанция мощностью 80 МВт при нефтеперерабатывающем заводе (НПЗ) японской компании ТАО OIL заработала в июне 2020 г., то цели по изначальному объёму производства водорода не были достигнуты, поскольку завод в Кавасаки начал полноценный производственный цикл только в апреле 2020 г. [Водородная энергетика, 2020].

Постепенно развивается сотрудничество с Австралией. В 2018 г. было подписано партнёрское соглашение между Queensland University of Technology, Griffith University, Swinburne University of Technology со стороны Австралии, University of Tokyo и Sumitomo Electric Industries – со стороны Японии. Суть соглашения – проведение совместной НИР по отработке способов получения водорода методом электролиза из морской воды с использованием в качестве энергоисточников установок ВИЭ. В настоящее время на территории австралийского штата Квинсленд успешно работают порядка 15 ГВт возобновляемых мощностей; ежегодно вводится в строй ещё 1,3–1,5 ГВт. Имеющихся и перспективных мощностей будет достаточно для производства «зелёного» водорода на экспорт [Opportunities for Queensland Business in Japan's Hydrogen Economy, 2019].

Существуют и российско-японские проекты по сотрудничеству в сфере водородной энергетики. В феврале 2020 г. Газпром объявил о намерении производить водород из природного газа не только для нужд внутреннего рынка, но и для возможного экспорта в страны с интенсивными темпами строительства электроводородной инфраструктуры. Ранее, в сентябре 2019 г., с похожим заявлением выступил Росатом – речь шла о целой программе производства водорода для национального и мирового рынков. Более того, в 2019 г. корпорация Росатом и Агентство по природным ресурсам и энергетике МЭТП Японии подписали соглашение по разработке технико-экономического обоснования проекта экспорта водорода из России в Японию. Предполагается получение водорода методом электролиза с использованием мощностей российских АЭС. Первые результаты этой НИР

должны быть представлены к 2021 г. По заявлениям официальных лиц, Росатом имеет технологии, которые способны в течение ближайших 5–10 лет обеспечить производство экологически чистого водорода для нужд японской энергетики [Russia and Japan Agree to Collaborate in Hydrogen Supply, 2019].

Также в декабре 2019 г. министр энергетики РФ Александр Новак официально объявил о создании рабочей группы, занимающейся разработкой Дорожной карты по созданию водородной энергетической отрасли в Российской Федерации. Предполагается, что Россия сможет предлагать водород зарубежным покупателям по цене 3,38 долл. за кг уже в 2020–2025 гг., а к 2030 году – конкурировать за 10–15% мирового рынка. У России есть три основных преимущества, которые теоретически позволят ей войти в число ведущих партнёров Японии по части торговли водородом: большие запасы пресной воды; избыток генерирующих мощностей, особенно гидроэнергетических; и, наконец, близость к Японии, стране, чья потребность в водороде будет только увеличиваться.

Серьёзным конкурентным преимуществом России как поставщика водорода для нужд японского рынка может стать сооружение завода по производству сжиженного водорода, который будет использовать мощности Усть-Среднеканской ГЭС, расположенной в Магаданской области. Эта ГЭС строится с 1991 г., и в настоящее время в эксплуатацию введены три гидроагрегата, четвёртый должен быть готов к 2022 г. Суммарная установленная мощность электростанции – 570 МВт, фактическая по состоянию на середину 2020 г. – 310 МВт. Тем не менее, для потребностей водородного завода этих мощностей достаточно.

Ещё в 2013 г. РАО ЕС Востока, Русгидро и японская компания Kawasaki Heavy Industries подписали соглашение о намерениях по строительству такого завода; предполагалось, что японская сторона возьмёт на себя инвестиционную составляющую проекта. Пилотный комплекс мощностью 10 т водорода в сутки должен был заработать в 2017 г., а выход на расчётную мощность – 300 т в сутки – был запланирован на 2024 г. Однако запуск пилотного комплекса впоследствии перенесли на 2019 г., и в настоящее время в открытых источниках нет информации о новых сроках строительства, хотя официально соглашение между японской и российскими компаниями не расторгнуто [Russia's Hydrogen, 2020].

Дальнейшее совершенствование механизмов международной многосторонней кооперации в сфере водородной энергетики вообще и создания электроводородной инфраструктуры в частности находится в фокусе внимания правительств ведущих мировых держав, корпораций и научно-исследовательских центров, и Япония пока сохраняет за собой уверенные лидерские позиции. В долгосрочной перспективе развитие новых технологий возобновляемой энергетики, к которым относится и водород, станет последовательным и адекватным ответом на возрастающий дефицит энергоресурсов со стороны передовых экономик.

Заключение

Хотя финансирование проектов в области водородной энергетики постоянно растёт, оно всё-таки остается довольно ограниченным и не соответствует потенциальным потребностям японского рынка. Декарбонизация энергетики и экономики Японии по-прежнему завязана на

повышении энергоэффективности использования природного газа и «традиционных» возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Перспектива того, что водород займёт ощутимую нишу в структуре энергоснабжения в обозримом будущем, пока вызывает определённые сомнения как в Японии, так и за её пределами. В настоящее время практически все технологии производства водорода и топливных элементов на его основе сильно зависят от государственной финансовой поддержки и, по большому счёту, невыгодны частному бизнесу. Причина – значительные финансовые затраты на развитие инфраструктуры получения, транспортировки и хранения водорода при неочевидной востребованности продукции на основе таких технологий со стороны потенциальных покупателей. В то же время очевидно, что ситуация может измениться. Ведь введение в эксплуатацию даже нескольких крупных станций (мощностью от 1 МВт и выше) приведёт к снижению цен на электроэнергию для конечных потребителей и выравниванию пиковых нагрузок на региональную энергосистему за счёт технической возможности быстро запускать и останавливать водородные электростанции.

Реализация стратегии Японии в области развития водородной энергетики может привести к формированию новой области международной торговли энергоресурсами и финансово-промышленного сотрудничества. Япония активно привлекает США, Австралию, Норвегию, Германию, Саудовскую Аравию и Россию к обсуждению возможных принципов и режимов экспорта/импорта водородного топлива. Также, помимо формирования двусторонних партнерских отношений в сфере производства водорода на «зелёной» основе, Япония выступает и за принятие международных правил транспортировки и хранения водорода. В целом такая кооперация может иметь серьёзное значение для расширения масштабов водородной энергетики, совершенствования технологий, снижения издержек и создания общего положительного имиджа этой энергетической отрасли.

В заключение следует отметить, что Японии пока не удастся достичь такого сочетания стоимостных и технологических факторов, при котором широкое использование водорода для различных энергетических нужд было бы оправданным. Однако значительный интерес японского правительства и отдельных корпораций к данной проблематике, а также некоторые успехи в производстве и распространении автомобильного транспорта, работающего на водородных топливных элементах, оставляет пространство для сдержанного оптимизма.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Водородная энергетика // Институт энергетики НИУ ВШЭ. 09.09.2020. URL: <https://energy.hse.ru/hydroenergy> (дата обращения: 22.09.2020).

Arias J. Hydrogen and Fuel Cell in Japan // EU-Japan Centre for Industrial Cooperation. Tokyo, 2019. 134 p.

Basic Hydrogen Strategy // Ministry of Economic, Trade and Industry News Releases. 26.12.2017. URL: https://www.meti.go.jp/english/press/2017/1226_003.html (дата обращения: 18.09.2020).

Crolius S. On the Ground in Japan: Residential Fuel Cells // Ammonia Energy Association. 18.05.2017. URL: <https://www.ammoniaenergy.org/articles/on-the-ground-in-japan-residential-fuel-cells/> (дата обращения: 14.09.2020).

Fuel Cell Trains to be Tested in Japan by JR East // Hydrogen Fuel News. 06.06.2019. URL: <https://www.hydrogenfuelnews.com/fuel-cell-trains-to-be-tested-in-japan-by-jr-east/8537650/> (дата обращения: 15.09.2020).

Fukushima Opened Largest Hydrogen Plant in the World // Intelligent Living. 14.03.2020. URL: <https://www.intelligentliving.co/fukushima-largest-renewable-hydrogen-plant/> (дата обращения: 17.09.2020).

Hydrogen Fuel from Thin Air // The Dutch Research Council. 15.02.2019. URL: <https://www.nwo.nl/en/news-and-events/news/2019/02/hydrogen-fuel-from-thin-air.html> (дата обращения: 11.09.2020).

Ikeda T. Status of Hydrogen Fueling Station Technologies in Japan // The Association of Hydrogen Supply and Utilization Technologies. 11.09.2018. URL: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2018/10/f56/fcto-infrastructure-workshop-2018-16-ikeda.pdf> (дата обращения: 21.09.2020).

Joint Ministerial Statement of the 13th East Asia Summit Energy Ministers Meeting // ASEAN Secretariat. 05.09.2019. URL: <https://www.asean2019.go.th/en/news/joint-ministerial-statement-of-the-13th-east-asia-summit-energy-ministers-meeting/> (дата обращения: 21.09.2020).

Makino H. Japan, the New Hydrogen Nation // Switzerland Global Enterprise. 23.01.2020. URL: <https://www.s-ge.com/en/article/global-opportunities/20201-c5-japan-hydrogen-market> (дата обращения: 15.09.2020).

Nagashima M. Japan's Hydrogen Strategy and Its Economic and Geopolitical Implications // IFRI Centre for Energy. Paris, 2018. 75 p.

Opportunities for Queensland Business in Japan's Hydrogen Economy // International Market Report from Trade & Investment Queensland. 02.11.2019. URL: <https://www.tiq.qld.gov.au/download/industrysector/knowledge-industries/Japan-Hydrogen-International-Market-Report-FA-1.pdf> (дата обращения: 23.09.2020).

Presentation of Hydrogen Fuel Generation Technologies with Zero CO₂ Emissions // Eneco Holdings. 25.06.2019. URL: <https://en.eneco-hd.co.jp/media/2019/06/25/12> (дата обращения: 18.09.2020).

Russia and Japan Agree to Collaborate in Hydrogen Supply // Rosatom News. 25.09.2019. URL: <https://www.rosatom.ru/en/press-centre/news/-russia-and-japan-agree-to-collaborate-in-hydrogen-supply/> (дата обращения: 24.09.2020).

Russia's Hydrogen Bet Sets up Contest with Australia for Japanese Market // S&P Global Platts Insight. 24.03.2020. URL: <https://blogs.platts.com/2020/03/24/russia-hydrogen-fuel-australia-japan/> (дата обращения: 25.09.2020).

Shigeki L. and Ko S. Hydrogen Technologies and Developments in Japan // Clean Energy. 2019. Vol. 3. № 2. P. 105–113.

Tomkiewicz M. Hydrogen Economy: Japan is the lead // ClimateChangeFork. 02.04.2019. URL: <http://climatechangefork.blog.brooklyn.edu/2019/04/02/hydrogen-economy-japan-lead/> (дата обращения: 14.09.2020).

Valovirta V. Hydrogen Society (Japan). Case Study Report // European Commission Directorate-General for Research and Innovation. Brussels, 2018. 33 p.

REFERENCES

Arias, J. (2019). *Hydrogen and Fuel Cell in Japan*, Tokyo: EU-Japan Centre for Industrial Cooperation.

Basic Hydrogen Strategy. (2017). Ministry of Economic, Trade and Industry News Releases. URL: https://www.meti.go.jp/english/press/2017/1226_003.html (accessed: 18 September 2020).

Crolius, S. (2017). *On the Ground in Japan: Residential Fuel Cells*, Ammonia Energy Association. URL: <https://www.ammoniaenergy.org/articles/on-the-ground-in-japan-residential-fuel-cells/> (accessed: 14 September 2020).

Energy Institute of Higher School of Economics. (2020). *Vodorodnaya Energetika*. [Hydrogen Energy]. URL: <https://energy.hse.ru/hydrenergy> (accessed: 22 September 2020). (In Russian).

Fuel Cell Trains to be Tested in Japan by JR East. (2019). *Hydrogen Fuel News*. URL: <https://www.hydrogenfuelnews.com/fuel-cell-trains-to-be-tested-in-japan-by-jr-east/8537650/> (accessed 15 September 2020).

Fukushima Opened Largest Hydrogen Plant in the World. (2020). *Intelligent Living*. URL: <https://www.intelligentliving.co/fukushima-largest-renewable-hydrogen-plant/> (accessed: 17 September 2020).

Hydrogen Fuel from Thin Air. (2019). The Dutch Research Council. URL: <https://www.nwo.nl/en/news-and-events/news/2019/02/hydrogen-fuel-from-thin-air.html> (accessed: 11 September 2020).

Ikeda, T. (2018). *Status of Hydrogen Fueling Station Technologies in Japan*, The Association of Hydrogen Supply and Utilization Technologies. URL: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2018/10/f56/fcto-infrastructure-workshop-2018-16-ikeda.pdf> (accessed: 21 September 2020).

Joint Ministerial Statement of the 13th East Asia Summit Energy Ministers Meeting. (2019). ASEAN Secretariat. URL: <https://www.asean2019.go.th/en/news/joint-ministerial-statement-of-the-13th-east-asia-summit-energy-ministers-meeting/> (accessed: 21 September 2020).

Makino, H. (2020). *Japan, the New Hydrogen Nation*, Switzerland Global Enterprise. URL: <https://www.s-ge.com/en/article/global-opportunities/20201-c5-japan-hydrogen-market> (accessed: 15 September 2020).

Nagashima, M. (2018). *Japan's Hydrogen Strategy and Its Economic and Geopolitical Implications*, Paris: IFRI Centre for Energy.

Opportunities for Queensland Business in Japan's Hydrogen Economy. (2019). *International Market Report from Trade & Investment Queensland*. URL: <https://www.tiq.qld.gov.au/download/industrysector/knowledge-industries/Japan-Hydrogen-International-Market-Report-FA-1.pdf> (accessed: 23 September 2020).

Presentation of Hydrogen Fuel Generation Technologies with Zero CO₂ Emissions. (2019). Eneco Holdings. URL: <https://en.eneco-hd.co.jp/media/2019/06/25/12> (accessed: 18 September 2020).

Russia and Japan Agree to Collaborate in Hydrogen Supply (2019). *Rosatom News*. URL: <https://www.rosatom.ru/en/press-centre/news/-russia-and-japan-agree-to-collaborate-in-hydrogen-supply/> (accessed: 24 September 2020).

Russia's Hydrogen Bet Sets up Contest with Australia for Japanese Market. (2020). S&P Global Platts Insight. URL: <https://blogs.platts.com/2020/03/24/russia-hydrogen-fuel-australia-japan/> (accessed: 25 September 2020).

Shigeki, L. and Ko, S. (2019). Hydrogen Technologies and Developments in Japan, *Clean Energy*, 3 (2): 105-113.

Tomkiewitz, M. (2019). Hydrogen Economy: Japan is the lead, *ClimateChangeFork*. URL: <http://climatechangefork.blog.brooklyn.edu/2019/04/02/hydrogen-economy-japan-lead/> (accessed: 14 September 2020).

Valovirta, V. (2018). Hydrogen Society (Japan), Case Study Report, Brussels: European Commission Directorate-General for Research and Innovation.

Поступила в редакцию 29.09.2020

Received 29 September 2020

Для цитирования: Корнеев К.А. Политика Японии в области развития водородной энергетики // Японские исследования. 2020. № 4. С. 64–77. DOI: 10.24411/2500-2872-2020-10028

For citation: Korneev K.A. (2020). Politika Yaponii v oblasti razvitiya vodorodnoy energetiki [Japan's policy in the field of hydrogen energetics development], *Yaponskiye issledovaniya* [*Japanese Studies in Russia*], 2020, 4: 64–77. (In Russian). DOI: 10.24411/2500-2872-2020-10028