



# ОЦЕНКА ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ СТРАН ВОСТОЧНОЙ АЗИИ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ВНЕДРЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ<sup>1</sup>

**К. А. Корнеев**

Институт Дальнего Востока Российской академии наук,  
Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова,  
Москва, Россия

Государства Восточной Азии (Китай, Япония, Республика Корея) испытывают серьезную зависимость от импорта первичных энергоресурсов. Не удивительно, что они стремятся к расширению возможностей возобновляемой энергетики как отрасли, способной существенно уменьшить объемы поставок нефти, природного газа и угля из-за рубежа и добиться большей энергетической независимости. Авария на АЭС «Фукусима-1» привела к переоценке роли и места АЭС в структуре генерации далеко не только в Японии и стала еще одним основанием для ускоренного внедрения технологий возобновляемой энергетики. В дополнение к традиционным солнечным и ветряным электростанциям появляются и принципиально новые решения, одним из которых становится использование водорода для энергетических нужд. Подобные технологии появились еще в 1960–1970-е гг., но только в 2000-е и позже удалось добиться должного уровня безопасности и (частично) коммерческой эффективности применения водорода как энергоисточника в промышленности, коммунально-бытовом секторе и на транспорте. В статье проведена оценка готовности формальных институтов в рассматриваемых странах к системному внедрению водородных энергетических установок, а также рассмотрены существующие инвестиционные механизмы поддержки бизнеса в данной сфере. Для этого необходим анализ нормативно-правовой базы регулирования деятельности в области производства и потребления водорода для энергетических нужд в Китае, Японии и Республике Корея, а также краткое сравнение достигнутых на этом пути результатов. Такой анализ позволит определить и потенциальную нишу России как экспортера энергетического водорода. У России есть все необходимые ресурсы для получения зеленого водорода методом электролиза с помощью ГЭС. Это весьма актуальное направление, поэтому экологическая повестка в странах Восточной Азии постоянно и последовательно ужесточается.

*Ключевые слова:* долгосрочная энергетическая политика, низкоуглеродная экономика, водородная энергетика, институты энергетических рынков, инвестиции, зеленый водород.

## ASSESSING INSTITUTIONAL READINESS OF EAST-ASIAN COUNTRIES TO PASS OVER TO TECHNOLOGIES OF HYDROGEN POWER ENGINEERING

**Konstantin A. Korneev**

Institute of Far Eastern Studies of the Russian Academy of Sciences,  
Plekhanov Russian University of Economics,  
Moscow, Russia

Such states of East Asia as China, Japan, the Republic of Korea depend seriously on import of primary power resources. No wonder, they do their best to extend possibilities of renewable power engineering as the industry,

---

<sup>1</sup> Статья подготовлена по результатам исследования, проведенного в рамках гранта РФФИ № 20-014-00024 «Разработка методического подхода и научного инструментария для оценки влияния водородных технологий на энергетическое сотрудничество в Северо-Восточной Азии».

which could cut volumes of crude oil, natural gas and coal import and provide higher power independence. The accident at the Fukushima-1 nuclear power station resulted in re-estimation of the place and role of nuclear power stations in the power generation structure not only in Japan. It formed another ground for accelerated introduction of renewable power engineering technologies. Apart from traditional solar and wind power stations we can see brand new solutions, among them the use of hydrogen for power needs. These technologies came into being in the 1960s – 1970s but only in the 2000s and later the acceptable level of security was reached as well as, at least partial commercial efficiency of using hydrogen as a power source in industry, municipal sector and transport. The article provides information about the readiness of formal institutions in the mentioned-above countries to pass over to hydrogen power plants, it also studies the present day investment mechanisms of supporting business in this field. To do this we should analyze the legal base of activity regulation in the sphere of production and consumption of hydrogen for power needs in China, Japan and the Republic of Korea and to compare results attained in this direction. This analysis could estimate a potential niche for Russia as an exporter of power hydrogen. Russia possesses all necessary resources for getting green hydrogen with the help of the hydrolysis method at hydroelectric stations. It is an acute trend as the ecologic situation in East-Asian states is continuously deteriorating.

*Keywords:* long-term power engineering policy, low-carbon economy, hydrogen power engineering, institutions of power markets, investment, green hydrogen.

### Введение

В настоящее время водородная энергетика находится в фокусе внимания ведущих мировых держав как важный инструмент для обеспечения перехода к низкоуглеродной экономике в долгосрочной перспективе. Особенно это касается ресурсодефицитных государств Восточной Азии – Японии, Китая и Республики Корея. Недостаток собственных первичных энергоресурсов (особенно в Японии и Республике Корея) обуславливает огромный интерес национальных правительств и бизнес-сообществ этих стран к различным технологиям возобновляемой энергетики, среди которых водород занимает далеко не последнее место. До 2011 г. роль главного источника низкоуглеродной энергии отводилась мирному атому, однако авария на АЭС «Фукусима-1» привела к серьезному пересмотру этих планов. Япония в 2011–2012 гг. прекратила эксплуатацию всех АЭС (с 2015 г. вновь запущены только 9 реакторов из 54), а правительство Республики Корея приостановило программу развития атомной энергетики. Из рассматриваемых трех стран только Китай продолжает активное строительство АЭС (в том числе и в кооперации с «Росатомом»), но и там о сохранении за атомной генерацией статуса главной надежды для достижения энергетической независимости речи не идет.

Несмотря на большие успехи стран Восточной Азии по увеличению парка мощностей возобновляемой энергетики и росту их вклада в электрогенерацию, есть существенные препятствия природно-климатического, технологического и социально-экономического характера, пока не позволяющие возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) стать базовыми энергоисточниками и полностью заменить топливную генерацию. К тому же в Японии и Республике Корея (в Китае тоже, но в меньшей степени) существуют проблемы с отведением площадей под строительство крупных ветропарков (ВЭС) и солнечных электростанций (СЭС) – в основном по причине недостатка подходящих земель из-за небольшой территории этих государств и высокой плотности населения. В 2019 г. суммарная установленная мощность возобновляемой генерации (СЭС, ВЭС, ГЭС, биотопливо, геотермальные источники) Китая составила почти 800 ГВт, в Японии – около 80 ГВт, в Республике Корея – 15 ГВт [3].

Цифры достаточно весомые, только в отечественных и зарубежных научно-экспертных кругах все активнее распространяется мнение, что технологический потолок коэффициента использования установленной мощности (КИУМ) электростанций на основе ВИЭ в скором времени будет достигнут и без радикального

увеличения емкости накопителей энергии, для ВИЭ сохранится преимущественно экстенсивный путь развития. В зависимости от погодных условий среднегодовой КИУМ для СЭС и ВЭС колеблется в промежутке 10–40%, чего явно недостаточно для того, чтобы рассматривать их в качестве базового источника энергоснабжения промышленности и коммунально-бытового сектора, не говоря уже о социальной сфере [12].

Ситуация с водородом принципиально иная. Электростанции на основе водородных топливных элементов (ВТЭ) могут работать независимо от внешних условий, главное – решить проблемы с транспортировкой и хранением водорода, а также обеспечить его непрерывную подачу из хранилищ или трубопроводов в сжатом состоянии. Основное препятствие здесь – высокая стоимость сооружения необходимой инфраструктуры при чрезвычайно серьезных требованиях к безопасности, обусловленных химическими свойствами водорода (его высокой летучестью и взрывоопасностью), а также достижение коммерческой окупаемости подобных проектов. Очевидно, что сегодня без государственной поддержки в виде прямых инвестиций, субсидий и налоговых льгот конкурировать даже с традиционными ВИЭ водород не может, но Япония, Китай и Республика Корея находятся в мировом авангарде поиска решений этой проблемы.

### **Переход к низкоуглеродной экономике в странах Восточной Азии: возрастающее значение водорода**

Япония и Республика Корея практически полностью зависят от импорта первичных энергоресурсов, в то время как Китай в состоянии полностью обеспечить себя только углем, а нефть и газ ему также приходится импортировать во все возрастающих объемах (сегодня около 70% ископаемого топлива КНР закупает за рубежом, и только 30% покрывает собственная добыча). Не удивительно, что в 2010-х гг. активизировалась дискуссия о перспективах перехода к низкоуглеродной (а в перспек-

тиве – полностью безуглеродной) экономике, в фундаменте которой будет лежать потребление энергии, выработанной при помощи ВИЭ и водорода. В широком смысле речь идет о максимальном снижении углеродного следа не только в промышленности и транспортной системе, но и в сфере услуг, коммерческом (офисные здания) и коммунально-бытовом секторе.

Сегодня вклад Японии в глобальную эмиссию парниковых газов (ПГ) составляет 3%, Республики Корея – 2%, Китая – 28%. То есть суммарно рассматриваемые страны Восточной Азии обеспечивают 33% общемировых выбросов CO<sub>2</sub> и других ПГ, в основном за счет Китая. Но следует учесть тот факт, что доля Японии после отказа от атомной генерации вследствие аварии на АЭС «Фукусима-1» в 2011 г. и последующего за этим значительного прироста импорта нефти и природного газа (в среднем на 15%) выросла на 1,2% по сравнению с 2010 г. [5]. Для государств Восточной Азии единственным способом выполнить взятые на себя обязательства в рамках Парижского соглашения по климату (заключено в 2015 г.) является радикальное увеличение масштабов количественного и качественного использования возможностей ВИЭ, что требует привлечения внушительного объема как государственных, так и частных инвестиций.

Надо сказать, что правительства Японии, Республики Корея и Китая это прекрасно понимают и проводят последовательную политику в данном направлении. Так, Япония только в 2019 г. инвестировала порядка 16 млрд долларов в НИОКР и практические проекты в сфере возобновляемой и водородной энергетики, Китай – 83 млрд долларов, Республика Корея – 1,5 млрд долларов [8]. Объем накопленных с начала 2000-х гг. инвестиций в секторе ВИЭ составляет 200 млрд долларов для Японии, 750 млрд долларов для Китая и 10 млрд долларов для Республики Корея. Китай и Япония входят в тройку мировых лидеров по этому показателю (первое и третье место соответственно) [19]. Очевид-

но, внимание к ВИЭ и энергетическому водороду в восточноазиатском регионе велико, что также находит отражение в государственных программах и планах по долгосрочному развитию отрасли, которые приняты и периодически корректируются во всех трех странах.

В 2017 г. японское Министерство экономики, торговли и промышленности (МЭТП) одобрило первую в мире национальную Стратегию развития водородной энергетики. Согласно положениям этого документа, страна планирует обеспечить собственное производство зеленого (т. е. полученного методом электролиза с использованием мощностей возобновляемой энергетики) водорода на уровне не меньше 500 тыс. тонн ежегодно к 2030–2035 гг. при общей потребности в 5–6 млн тонн. На дорогах Японии сегодня насчитывается порядка 13 тыс. автомобилей на ВТЭ, но через 10–15 лет планируется выпустить около 1 млн таких транспортных средств (включая железнодорожный и морской транспорт). Суммарная установленная мощность водородных электростанций может достигнуть к 2030 г. 8–10 ГВт, а стоимость 1 кг водорода для энергетических нужд приблизится к традиционным видам топлива – бензину, дизелю, природному газу. Все это вкуче должно облегчить переход к низкоуглеродной экономике [2].

В государственной энергетической стратегии КНР – Белой книге «Развитие энергетики Китая в новую эпоху» (редакция 2020 г.) – также есть раздел, посвященный водороду. Предполагается, что к 2030 г. потребность Китая в водороде для энергетических и транспортных нужд составит около 35 млн тонн, мощности водородной энергетики вырастут до 100 ГВт и более, а количество транспорта на ВТЭ достигнет 2 млн единиц [6]. Для сравнения: в 2020 г. на территории всей страны было зарегистрировано около 10 тыс. транспортных средств на ВТЭ, в то время как количество электромобилей превысило отметку в 4,5 млн единиц [9]. С учетом опыта Китая по стремительному развитию возобновля-

емой энергетики есть основания полагать, что обозначенные цели вполне могут быть достигнуты.

В третьем базовом энергетическом плане до 2040 г., который был одобрен правительством Республики Корея летом 2019 г., определенное место отводится водородной энергетике. В целом корейские планы по использованию водорода в энергетике и на транспорте более скромные, чем у соседей, но тоже заслуживают внимания. К 2030 г. Южная Корея планирует производить до 250 тыс. тонн зеленого водорода ежегодно, довести количество транспорта на ВТЭ до 200 тыс. единиц и ввести в эксплуатацию не менее 5 ГВт установленных мощностей водородной энергетики. В отличие от Японии, Республика Корея пока не планирует отказываться от атомных электростанций, поэтому вопрос увеличения доли ВИЭ и водорода в структуре генерации стоит для нее не столь остро [16].

Совокупная стоимость проектов, реализуемых сегодня в области водородной энергетики по всему миру, превысила 90 млрд долларов, из которых не менее 20 млрд долларов приходится на Восточную Азию, преимущественно на Японию и Китай. С большой долей вероятности количество будет постепенно переходить в качество и позволит странам Восточной Азии серьезно продвинуться на пути практического внедрения технологий водородной энергетики и ВТЭ для транспортных средств [19]. Тем не менее достижение таких амбициозных целей невозможно без создания соответствующей институциональной структуры, направленной на содействие и госкомпаниям, и частному бизнесу в деле развития ВИЭ и водородной энергетики.

#### **Нормативно-правовая база в области производства и потребления водорода для энергетических нужд в Японии и Республике Корея**

Помимо Стратегии развития водородной энергетики, в Японии принято еще несколько документов, определяющих по-

литику страны в данном направлении. В первую очередь это план 3E+S, одобренный в 2014 г. План подразумевает поэтапный переход к низкоуглеродной экономике за счет новых достижений в сфере энергетической безопасности, экономической эффективности энергопотребления и бережного отношения к окружающей среде путем формирования в Японии «водородной нации», или, другими словами, к повсеместному распространению технологий водородных топливных элементов, вплоть до использования в качестве источников питания для портативных цифровых устройств. Однако план 3E+S имеет рекомендательный характер и скорее отражает намерения правительства, а не уже сформировавшиеся устойчивые тенденции [10].

Следует отметить еще два важных документа, имеющих определенное значение для формирования институтов водородной энергетики в Японии. Это принятые в 2019 г. Дорожная карта по распространению технологий ВТЭ (The Strategic Road Map for Hydrogen and Fuel Cells) и комплексная Стратегия развития технологий ВТЭ (Hydrogen and Fuel Cell Technology Development Strategy). В этих документах приводятся рекомендации по строительству электростанций на основе сборных модулей, состоящих из водородных топливных элементов; обосновываются варианты транспортировки и хранения водорода на территории Японии; рассматриваются технологии электролиза воды с использованием мощностей возобновляемой энергетики и т. д. Несмотря на то, что такие дорожные карты и стратегии не создают официальных институтов (законов или постановлений), они вырабатывают положительное восприятие водорода как перспективного энергоисточника не только у экспертного и бизнес-сообщества, но и у населения страны в широком смысле, создавая базу для последующей институционализации водородной энергетики в виде специального раздела, который может быть включен в новые редакции законов общезнергетического профиля [4].

Специального закона, охватывающего именно сферу водородной энергетики, в Японии пока нет. В числе наиболее близких по смыслу и духу можно считать Акт о безопасности транспортировки и хранения газа под высоким давлением (High Pressure Gas Safety Act), однако данный документ направлен исключительно на техническое регулирование транспортировки взрывоопасных газов, в том числе водорода. Новый пакет налоговых (а также тарифных) преференций на срок от 10 до 20 лет и государственных субсидий на развитие обещает бизнесу в сфере возобновляемой и водородной энергетики национальный закон «О возобновляемой энергетике» (принят в 2012 г.), положения которого должны быть существенно расширены и дополнены в 2022 г. [11].

Ключевым органом в структуре МЭТП, ответственным за формирование «водородной» повестки дня, является Совет по стратегии в области водорода и топливных элементов (Hydrogen and Fuel Cell Strategy Council), имеющий по большей части консультативные функции и занимающийся разработкой соответствующих стратегий и дорожных карт как составляющих частей долгосрочного планирования энергетики. Однако в Японии хорошо развита сеть «мозговых центров» (государственных и негосударственных), которые занимаются исследованиями водородных энергетических технологий. Среди таких центров можно выделить Институт экономики энергетики Японии (IEEJ), Японскую водородную ассоциацию (JH2A), Организацию по развитию новых энергетических и промышленных технологий (NEDO), Ассоциацию по развитию технологической цепочки водородной энергетики (AHEAD), Ассоциацию технологических исследований цепочки поставок энергетического водорода (HySTRA), Ассоциацию энергетических систем на основе водорода (HESS), и это не считая профильных исследовательских центров при университетах. Несомненно, водород находится под пристальным вниманием научных и эксперт-

но-аналитических кругов Японии, а ежегодные бюджетные затраты на НИОКР достигают 500 млн долларов [4].

Если говорить об уже реализованных крупных проектах в области водородной энергетики, то стоит упомянуть завод по производству зеленого водорода FH2R в префектуре Фукусима, строительство которого вел консорциум японских компаний (Toshiba, NEDO, Tohoku Electric Power, Iwatani). С 2020 г. завод находится в тестовой эксплуатации; источник энергии для производства водорода в объеме примерно 900 тонн в год – солнечная электростанция мощностью 10 МВт. В сутки производится количество водорода, достаточное для заправки 560 автомобилей на ВТЭ и выработки электроэнергии для коттеджного поселка примерно из 200 домов либо крупного жилищного комплекса [17].

В Республике Корея также стремятся к формированию соответствующей институциональной инфраструктуры, необходимой для развития водородной энергетики. В дополнение к третьему базовому энергетическому плану в 2019 г. была принята Дорожная карта развития водородной экономики до 2040 г. (Hydrogen Economy Roadmap). Южнокорейское министерство торговли, промышленности и энергетики возлагает на нее большие надежды; предполагается, что инвестиционный портфель проектов по использованию водорода для нужд энергетики и транспорта к 2040 г. составит около 30 млрд долларов. В стране в скором времени должен быть создан Совет по продвижению водородной экономики (Hydrogen Economy Promotion Council), в который войдут представители шести министерств и нескольких крупных компаний [7].

Что касается текущей ситуации, то в основном регулированием зарождающейся водородной энергетики в ручном режиме занимаются Министерство торговли, промышленности и энергетики, Министерство окружающей среды и подконтрольная правительству Корейская корпорация по газовой безопасности (KGS). По большому

счету эта корпорация осуществляет основной контроль над транспортировкой и хранением водорода с помощью нормативных актов и постановлений. В основном водород для энергетических нужд вырабатывается методом каталитического риформинга из природного газа на заводах, принадлежащих государственной Корейской газовой корпорации (KOGAS), но есть и независимые производители (SPG Hydrogen и др.). Тем не менее, несмотря на то, что по масштабам производства зеленого водорода Южная Корея пока существенно уступает Японии, она ощутимо превосходит соседнее государство по суммарной установленной мощности водородных электростанций (375 МВт против ориентировочно 200 МВт в Японии) и вообще является мировым лидером по этому показателю [15].

В 2020 г. правительство анонсировало разработку специального закона, посвященного водородной энергетике и необходимого для формализации шагов по достижению целей, заявленных в Дорожной карте развития водородной экономики. Впрочем, проект данного закона все еще проходит этап доработок и согласований, так что его принятие, скорее всего, состоится в 2022 г. Тем не менее уже несколько лет в дополнение к уже привычным FIT-тарифам действует система специальных сертификатов для возобновляемой энергетики (Renewable Energy Certificates), регулирующих и поддерживающих бизнес в сфере ВИЭ и энергетического водорода. Эти сертификаты выдаются на каждый МВт как документ, подтверждающий факт поставки определенного количества электроэнергии, выработанной на основе ВИЭ или водорода. Наличие сертификата подразумевает налоговые и тарифные преференции, но если поставка электроэнергии будет сорвана, последует штраф. Корейская корпорация по газовой безопасности имеет хорошо продуманный алгоритм оценки готовности водородной энергетической станции к работе – в среднем этап

всех необходимых проверок и выдачи разрешений занимает не более трех месяцев.

Основные НИОКР в этой сфере, а также деятельность по популяризации водородной энергетики проводят Корейское общество по водороду и новым видам энергии (Korean Hydrogen and New Energy Society), Корейская ассоциация промышленного водорода (Korean Hydrogen Industry Association), Альянс по водородной конвергенции (Hydrogen Convergence Alliance), Корейский институт энергетических исследований (Korea Institute of Energy Research), Корейский институт планирования и оценки энергетических технологий (Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning) [1].

**Нормативно-правовая база регулирования деятельности в области производства и потребления водорода для энергетических нужд в Китае**

Положения о стратегическом развитии водородной энергетики, представленные в Белой книге «Развитие энергетики Китая в новую эпоху», конкретизируются в Белой книге Китая по водородной энергетике и топливным элементам (White Paper on China's Hydrogen Energy and Fuel Cell Industry). В рамках этого документа поставлена амбициозная цель: увеличить к 2050 г. долю водорода в энергобалансе страны на 20%, что вкупе с другими ВИЭ позволит Китаю на 70% и более обеспечивать экономику чистой электроэнергией икратно снизить использование угля, а также импорт нефти и природного газа. С 2016 по 2020 г. в Китае действовал 13-й пятилетний рабочий план по энергосбережению и снижению выбросов парниковых газов (13th Five Year Energy Conservation and Emission Reduction Work Plan), а в скором времени примут и его четырнадцатую по счету редакцию. Этот план представляет собой перечень целевых ориентиров по увеличению доли ВИЭ и водорода в энергобалансе страны и определяет зоны ответственности государственных органов и энергетического биз-

неса. В целом структура управления энергетической отраслью в Китае довольно сложна и перенасыщена ведомствами с перекрестными полномочиями. Например, в стране до сих пор нет единого министерства энергетики, и его функции распределены между несколькими центральными ведомствами. В первую очередь – это Государственная комиссия по развитию и реформам – главный орган по планированию развития экономики и энергетики, обладающий большими, однако нечетко прописанными полномочиями, но тем не менее эффективно осуществляющий общие координирующие функции. Более персонафицированно энергетикой занимается его подразделение – Национальная энергетическая администрация (НЭА), уделяющая, кроме этого, пристальное внимание вопросам охраны окружающей среды, разработке и внедрению пятилетних планов развития в области энергетики и промышленной политики, реформированию электроэнергетики и стимулированию применения новых технологий. В недрах этой структуры есть и департамент, ответственный за водород как перспективный энергоисточник [13].

С 2006 г. в Китае действует закон «О возобновляемой энергетике», который неоднократно дополнялся новыми параграфами. Помимо стандартного FIT-тарифа, поощряющего бизнес в сфере ВИЭ, закон также регулирует процедуру подключения генераторов возобновляемой энергии к магистральным и распределительным сетям и обеспечивает дополнительные меры государственной поддержки в виде субсидий. В апреле 2020 г. НЭА представила проект национального закона «Об энергетике Китайской Народной Республики» (Energy Law of the People's Republic of China), который должен объединить разрозненные акты и регламенты в единое правовое поле. Однако на сегодняшний день нет информации о том, когда и в какой редакции этот закон будет принят.

Меры по обеспечению безопасной транспортировки и хранению взрывоопасных горючих газов прописаны в специальных Правилах безопасного обращения с опасными химическими веществами (Regulations on the Safe Management of Hazardous Chemicals in China), однако они в большей степени касаются применения водорода в химической промышленности и лишь косвенно затрагивают вопросы поставок водорода для энергетических нужд через существующую газотранспортную сеть, а также в сжатом либо сжиженном состоянии с использованием автомобильного и/или морского транспорта [20].

Тем не менее в отсутствие национального закона его функции по регулированию политики в области энергетического водорода берут на себя постановления отраслевых министерств и также провинциальных властей. Например, в 2020 г. Министерство коммуникаций КНР представило План развития индустрии транспортных средств на новых энергоносителях (на период с 2021 по 2035 г.), а органы власти провинций по всему Китаю подготовили предложения, направленные на стимулирование НИОКР в сфере водородной энергетики и разработку проектов строительства водородной инфраструктуры.

Сейчас НИОКР в этой области в Китае занимается множество научно-исследовательских институтов, ассоциаций, экспертно-аналитических центров. Наиболее заметные из них – Китайский водородный альянс (China Hydrogen Alliance), Фонд водородной энергии (Hydrogen Energy Fund, созданный совместно с корейской корпорацией Hyundai Motor), Китайский институт энергетических исследований при НЭА (China Energy Research Institute), Группа по исследованию водородной энергетики Китайской нефтяной и химической корпорации (Sinopec Hydrogen Energy Research Group) и др.

Сегодня более 80% производимого в Китае водорода – это серый либо голубой водород. Однако есть и серьезные подвижки в области производства зеленого водо-

рода. Компания Beijing Jingneng в 2020 г. начала строить целый комплекс по выработке экологически чистого водорода на территории китайской провинции Внутренняя Монголия. Энергию для его работы будет давать комбинированная солнечно-ветровая электростанция мощностью 5 МВт, а приблизительная мощность производства водорода составит порядка 400–500 тыс. тонн в год [18]. Есть и другие проекты, однако их реализация пока откладывается в основном по административным причинам: в Китае с его разветвленной бюрократической системой непросто договориться о частно-государственном партнерстве даже в технологически приоритетных отраслях.

### **Заключение**

Ни в одной из трех стран – Китае, Японии и Республике Корея – нет единого национального закона, специально регулирующего сферу водородной энергетики, а в Китае энергетическое законодательство настолько запутанное, что это часто приводит к перебрасыванию ответственности за принятие решений из одного ведомства в другое и значительно усложняет формальные процедуры. Однако необходимость системного регулирования набирающей обороты водородной энергетической отрасли очевидна, поэтому в рассматриваемых государствах Восточной Азии достаточно активно предпринимаются усилия по совершенствованию старых и внедрению новых институтов. С большой долей вероятности к 2022–2023 гг. Китай, Япония и Республика Корея обзаведутся полноценными водородными законами, а дорожные карты и стратегии будут играть вспомогательную, координирующую роль, обозначая ориентиры для бизнеса и примерные объемы инвестиций, которые государства планируют направить для поддержки и развития водородной энергетики.

Если говорить об институциональной готовности Китая, Японии и Республики Корея к внедрению водородных техноло-

гий в электрогенерации и на транспорте, то следует признать такую готовность очень высокой, что подтверждается и практическими результатами. Институциональная база в отношении энергетического водорода в этих странах развита на достаточном уровне даже без наличия профильного законодательства. Очевидно, что Япония несколько опережает соседей, имея более понятную и прозрачную структуру управления энергетической отраслью, куда без особых проблем встраивается и регулирование вопросов использования водорода для энергетических нужд. Также Япония больше всех тратит на НИОКР в этой сфере. Однако и Китай, и Республика Корея добились весьма существенных успехов на ниве водородной энергетики и только наращивают свои усилия, особенно по сравнению с Россией, странами Юго-Восточной и Южной Азии. Отчасти это объясняется тем, что без масштабных инвестиций в сектор ВИЭ невозможно всерьез говорить о переходе к низкоуглеродной экономике, но также и тем,

что вложения в инновационные отрасли укрепляют научно-технический потенциал страны и в итоге стимулируют экономический рост.

Тем не менее необходимо признать, что все проекты по производству именно зеленого водорода пока коммерчески неэффективны, и убытки компенсируются из государственных фондов. Однако правительства стран Восточной Азии исходят из того, что водород – базовый элемент низкоуглеродной экономики будущего, и будут дальше развивать водородную энергетику, помогая ей сначала выйти на самоокупаемость, а потом добиться и финансовой самостоятельности. Россия также проявляет интерес к производству экологически чистого водорода, правда, исключительно в целях экспортных поставок (учитывая потребности соседей, это оправдано). К 2024 г. наша страна планирует поставлять на мировые рынки суммарно 200 тыс. тонн желтого (выработанного с привлечением мощностей АЭС) и зеленого (полученного с помощью ГЭС) водорода.

#### Список литературы

1. Григорьев Ф. Водородная экономика по-корейски // Атомный эксперт. – 2020. – URL: [https://atomicexpert.com/hydrogen\\_economy\\_in\\_korean](https://atomicexpert.com/hydrogen_economy_in_korean) (дата обращения: 21.06.2021).
2. Корнеев К. А. Политика Японии в области развития водородной энергетики // Японские исследования. – 2020. – № 4. – С. 68–81.
3. Попов С. П., Корнеев К. А., Максакова Д. В. Состояние и предпосылки развития ветроэнергетики стран Восточной Азии // Региональные аспекты ветроэнергетики / под ред. В. А. Стенникова, В. Г. Курбацкого. – Новосибирск : СО РАН, 2020. – С. 35–57.
4. Arias J. Hydrogen and Fuel Cells in Japan. – Tokyo : EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, 2019.
5. Each Country's Share of CO2 Emissions. Union of Concerned Scientists. – URL: <https://www.ucsusa.org/resources/each-countrys-share-co2-emissions> (дата обращения: 21.06.2021).
6. Energy in China's New Era. The State Council of PRC Releases. – URL: [http://english.www.gov.cn/archive/whitepaper/202012/21/content\\_WS5fe0572bc6d0f725769423cb.html](http://english.www.gov.cn/archive/whitepaper/202012/21/content_WS5fe0572bc6d0f725769423cb.html) (дата обращения: 22.06.2021).
7. Hydrogen Economy Plan in Korea. Netherland Enterprise Agency. – URL: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/03/Hydrogen-economy-plan-in-Korea.pdf> (дата обращения: 23.06.2021).
8. Investment in Clean Energy Globally in 2019, by Select Country. – URL: <https://www.statista.com/statistics/799098/global-clean-energy-investment-by-country/> (дата обращения: 23.06.2021).

9. Jin L., He H. Ten Cities, Thousand Fuel Cell Vehicles? China is Sketching a Roadmap for Hydrogen Vehicles // The International Council on Clean Transportation. – 2020. – URL: <https://theicct.org/blog/staff/china-sketching-roadmap-hydrogen-vehicles-aug2020> (дата обращения: 24.06.2021).
10. Kooyama K. Inside Japan's Long-Term Energy Policy // IEEJ Special Article 2. – 2015. – September. – P. 42–45.
11. Norifumi T., Wataru H. The Renewable Energy Law Review: Japan // The Law Reviews. – 2020. – URL: <https://thelawreviews.co.uk/title/the-renewable-energy-law-review/japan> (дата обращения: 24.06.2021).
12. Renewable Energy Policy in a Time of Transition. IRENA, OECD/IEA and REN 21 Report. – Abu Dhabi : IRENA Publishing Services, 2018.
13. Ruan X., Sheng R., Lin T. Environmental Policy Integration in the Energy Sector of China: The Roles of the Institutional Context // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2020. – Vol. 17. – P. 2–14.
14. Strategy for Developing Hydrogen and Fuel-Cell Technologies. METI Releases. – URL: [https://www.meti.go.jp/english/press/2019/0918\\_001.html](https://www.meti.go.jp/english/press/2019/0918_001.html) (дата обращения: 25.06.2021).
15. The Hydrogen Economy in South Korea. Market Intelligence Report. – London : Intralink & UK's Department for International Trade, 2021.
16. Third Energy Master Plan (A New Energy Paradigm for the Future). – Seoul : Ministry of Trade, Industry and Energy of the Republic of Korea, 2019.
17. Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation Press Releases. – URL: [https://www.toshiba-energy.com/en/info/info2020\\_0307.htm](https://www.toshiba-energy.com/en/info/info2020_0307.htm) (дата обращения: 25.06.2021).
18. Tu K. Prospects of a Hydrogen Economy with Chinese Characteristics. – Paris : IFRI Publications, 2020.
19. World Energy Investment. – Paris : IEA Publications, 2020.
20. Zhang S, Andrews-Speed Ph. State Versus Market in China's Low-Carbon Energy Transition: An Institutional Perspective // Energy Research and Social Science. – 2020. – Vol. 66. – P. 2–9.

#### References

1. Grigorev F. Vodorodnaya ekonomika po-koreyski [Korean Hydrogen Economy]. *Atomnyy ekspert* [Atomic Expert], 2020. (In Russ.). Available at: [https://atomicexpert.com/hydrogen\\_economy\\_in\\_korean](https://atomicexpert.com/hydrogen_economy_in_korean) (accessed 21.06.2021).
2. Korneev K. A. Politika Yaponii v oblasti razvitiya vodorodnoy energetiki [Japan's Policy in the Field of Hydrogen Energetics Development]. *Yaponskie issledovaniya* [Japanese Studies in Russia], 2020, No. 4, pp. 68–81. (In Russ.).
3. Popov S. P., Korneev K. A., Maksakova D. V. Sostoyanie i predposylki razvitiya vetroenergetiki stran Vostochnoy Azii [The Current Status and Prerequisites for the Development of Wind Energy in East Asia]. *Regionalnye aspekty vetroenergetiki* [Regional Aspects of Wind Energy], edited by V. A. Stennikov, V. G. Kurbatskiy. Novosibirsk, SO RAN, 2020, pp. 35–57. (In Russ.).
4. Arias J. Hydrogen and Fuel Cells in Japan. Tokyo, EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, 2019.
5. Each Country's Share of CO2 Emissions. Union of Concerned Scientists. Available at: <https://www.ucsusa.org/resources/each-countrys-share-co2-emissions> (accessed 21.06.2021).
6. Energy in China's New Era. The State Council of PRC Releases. Available at: [http://english.www.gov.cn/archive/whitepaper/202012/21/content\\_WS5fe0572bc6d0f725769423cb.html](http://english.www.gov.cn/archive/whitepaper/202012/21/content_WS5fe0572bc6d0f725769423cb.html) (accessed 22.06.2021).

7. Hydrogen Economy Plan in Korea. Netherland Enterprise Agency. Available at: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/03/Hydrogen-economy-plan-in-Korea.pdf> (accessed 23.06.2021).
8. Investment in Clean Energy Globally in 2019, by Select Country. Available at: <https://www.statista.com/statistics/799098/global-clean-energy-investment-by-country/> (accessed 23.06.2021).
9. Jin L., He H. Ten Cities, Thousand Fuel Cell Vehicles? China is Sketching a Roadmap for Hydrogen Vehicles. *The International Council on Clean Transportation*, 2020. Available at: <https://theicct.org/blog/staff/china-sketching-roadmap-hydrogen-vehicles-aug2020> (accessed 24.06.2021).
10. Koyama K. Inside Japan's Long-Term Energy Policy. *IEEJ Special Article 2*, 2015, September, pp. 42–45.
11. Norifumi T., Wataru H. The Renewable Energy Law Review: Japan. *The Law Reviews*, 2020. Available at: <https://thelawreviews.co.uk/title/the-renewable-energy-law-review/japan> (accessed 24.06.2021).
12. Renewable Energy Policy in a Time of Transition. IRENA, OECD/IEA and REN 21 Report. Abu Dhabi, IRENA Publishing Services, 2018.
13. Ruan X., Sheng R., Lin T. Environmental Policy Integration in the Energy Sector of China: The Roles of the Institutional Context. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, Vol. 17, pp. 2–14.
14. Strategy for Developing Hydrogen and Fuel-Cell Technologies. METI Releases. Available at: [https://www.meti.go.jp/english/press/2019/0918\\_001.html](https://www.meti.go.jp/english/press/2019/0918_001.html) (accessed 25.06.2021).
15. The Hydrogen Economy in South Korea. Market Intelligence Report. London, Intralink & UK's Department for International Trade, 2021.
16. Third Energy Master Plan (A New Energy Paradigm for the Future). Seoul, Ministry of Trade, Industry and Energy of the Republic of Korea, 2019.
17. Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation Press Releases. Available at: [https://www.toshiba-energy.com/en/info/info2020\\_0307.htm](https://www.toshiba-energy.com/en/info/info2020_0307.htm) (accessed 25.06.2021).
18. Tu K. Prospects of a Hydrogen Economy with Chinese Characteristics. Paris, IFRI Publications, 2020.
19. World Energy Investment. Paris, IEA Publications, 2020.
20. Zhang S, Andrews-Speed Ph. State Versus Market in China's Low-Carbon Energy Transition: An Institutional Perspective. *Energy Research and Social Science*, 2020, Vol. 66, pp. 2–9.

#### Сведения об авторе

**Константин Анатольевич Корнеев**  
кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Центра японских исследований Института Дальнего Востока РАН; доцент кафедры политической экономики и истории экономической науки РЭУ им. Г. В. Плеханова.  
Адрес: ФГБУН «Институт Дальнего Востока Российской академии наук», 117218, Москва, Нахимовский проспект, д. 32;  
ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.  
E-mail: korneev@ifes-ras.ru

#### Information about the author

**Konstantin A. Korneev**  
PhD, Senior Researcher at Centre for Japanese Studies of IFES RAS; Associate Professor of the Department for Political Economy and History of Economic Science of the PRUE.  
Address: Institute of Far Eastern Studies of the Russian Academy of Sciences, 32 Nakhimovsky Avenue, Moscow, 117218, Russian Federation;  
Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russian Federation.  
E-mail: korneev@ifes-ras.ru