

Научная статья. Исторические науки

УДК 323(595)

DOI: 10.31696/2072-8271-2025-1-1-66-185-199

ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В МАЛАЙЗИИ

Галина Михайловна КОСТЮНИНА ¹

¹ МГИМО МИД России, Москва, Россия,

g.kostyunina@my.mgimo.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7127-8825>

Аннотация: В статье проводится анализ состояния, проблем и перспектив водородной энергетики в Малайзии. В настоящее время правительством страны поставлена задача превращения Малайзии в водородный хаб мира. Однако пока рынок водорода находится на начальной стадии и развивается в основном за счет использования водорода в качестве сырья для производства аммиака. На перспективу его развитие зависит от внедрения новых технологий в производство и транспортировку водорода, повышения уровня технологической конкурентоспособности Малайзии в сфере ВИЭ, реализации инвестиционных проектов.

Ключевые слова: водородная энергетика, водородный хаб, «серый» водород», «голубой» водород, «зеленый» водород, Малайзия, Саравак

Для цитирования: Костюнина Г.М. Водородная энергетика в Малайзии // Юго-Восточная Азия: актуальные проблемы развития, 2025, Том 1, № 1 (66). С. 185–199. DOI: 10.31696/2072-8271-2025-1-1-66-185-199

Original article. Historical science

HYDROGEN ENERGY IN MALAYSIA

Galina M. KOSTYUNINA ¹

¹ MGIMO University, Russia, Moscow,

g.kostyunina@my.mgimo.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7127-8825>

Abstract: The author analyzes the state, problems and prospects of hydrogen energy development in Malaysia. The Government has set the task of turning Malaysia itself into the world's hydrogen hub. So far, the Malaysian hydrogen market is at an early stage and is developing mainly through the use of hydrogen as a raw material for the production of ammonia. In the future, its development is determined by such factors as the development and implementation of new technologies in the production and transportation of hydrogen, increasing the level of technological competitiveness of Malaysia in the field of renewable energy and the implementation of investment projects.

Keywords: *hydrogen energy, hydrogen hub, "grey" hydrogen, "blue" hydrogen, "green" hydrogen, Malaysia, Sarawak*

For citation: Kostyunina G.M. Hydrogen Energy in Malaysia. *Yugo-Vostochnaya Aziya: aktual'nyye problemy razvitiya*, 2025, T.1, №1 (66). Pp. 185–199. DOI: 10.31696/2072-8271-2025-1-1-66-185-199

Введение

Водород является одним из источников возобновляемой энергии, имеет широкий масштаб применения в течение уже двух столетий. Основные сферы применения включают производство аммиака и метанола, нефтепереработку (более 93% мирового потребления водорода), производство азотных удобрений (50% годового объема производства чистого водорода) и переработку низкосортной сырой нефти в жидкое транспортное топливо (25% производства), в качестве замены кокса в производстве стали; замены газа в теплоснабжении помещений; как топливо для средств транспорта.

В мировой практике известно несколько главных видов водорода. Наиболее загрязненный из их числа – «серый» водород, который производится из природного газа и угля на основе парового риформинга и отличается большим объемом выбросов CO₂. Промежуточное положение занимает «голубой» водород как низкоуглеродный и получаемый на основе парового риформинга метана с использованием технологий для улавливания существенных выбросов CO₂, формирующихся в процессе производства, для снижения негативного влияния на окружающую среду. Самый экологически чистый водород или нейтральный – «зеленый». Его производят на основе электролиза с использованием ВИЭ, что не ведет к выбросам парникового газа. «Зеленый» водород отличается универсальностью, доступностью, безопасностью и экологичностью как источник энергии. Именно он считается главным инструментом достижения декарбонизации мировой экономики.

По оценкам, «зеленый водород» сможет обеспечивать до 25% сокращения выбросов углерода и ограничить глобальное потепление до 20°C к 2050 г.¹ Пока его доля в совокупном мировом производстве водорода равна лишь 1%, тогда как удельный вес «серого» водорода – 95% и «голубого» водорода – 4%².

Согласно прогнозу, мировой спрос на водород увеличится до 200 млн тонн к 2030 г. и до 530 млн тонн к 2050 г. Удельный вес низкоуглеродного топлива возрастет до 70% к 2030 г. и до 90% к 2050 г., а доля

водорода в конечном потреблении энергии в мире увеличится до 10%³. Основной сферой применения водорода будет транспорт, где водород используется как топливо для грузовых автомобилей и в морских перевозках.

С 2023 г. наблюдается постепенный рост цен на водород по причинам инфляции, высоких капитальных затрат и длительного срока сооружения производственных предприятий. По оценкам Блумберг, наибольшей конкурентоспособностью обладает «голубой» водород благодаря снижению форвардных цен на природный газ, но уже через несколько лет такая «пальма первенства» перейдет к «зеленому» водороду благодаря внедрению щелочных электролизеров. В итоге к 2035 г. «зеленый» водород вытеснит «серый» водород на 90% рынках мира⁴. В 2023 г. стоимость «серого» водорода равнялась 2 долл./кг в США и 5-6 долл./кг в Европе, Азии и Австралии вследствие более высоких цен на природный газ. Стоимость «голубого» водорода – 5-7 долл./кг в США и 7-11 долл./кг в Европе и Австралии, «зеленого» водорода – 10-15 долл./кг. С учетом таких факторов как экономия масштаба, внедрение технологических разработок, цепочек создания стоимости, государственного субсидирования стоимость «зеленого» водорода может снизиться до 1,5-2 долл./кг⁵.

Политика Малайзии в сфере водородной энергетики

В рамках Целей устойчивого развития (ЦУР) Малайзия взяла обязательство обеспечить климатическую нейтральность к 2050 г., что возможно благодаря развитию производства экологически чистого водорода.

Из группы нормативно-правовых актов, формирующих правила и нормы развития возобновляемой энергетики, включая водородную, следует выделить два документа, принятых в 2023 г. Это – Национальная дорожная карта энергетического перехода (*National Energy Transition Roadmap, NETR*) и Дорожная карта экономики и технологий водородной энергетики (*Hydrogen Economy & Technology Roadmap, HETR*).

В Национальной дорожной карте энергетического перехода поставлена цель декарбонизации национальной экономики и постепенное смещение приоритета сферы ВИЭ от солнечной и ветровой энергетики к производству «зеленого» водорода, несмотря на его более высокую себестоимость. Причина связана с активным развитием декарбонизации малайзийской экономики и соответственно включением большего

числа альтернативных направлений, прежде всего, в отраслях, в которых сокращение выбросов углекислого газа трудно осуществимо⁶.

В Дорожной карте определено шесть направлений энергоперехода, одно из которых посвящено водороду. В частности, намечена разработка стандартов и норм для низкоуглеродного водорода; рост производственных мощностей для «зеленых» электролизеров; повышение эффективности работы за счет снижения стоимости (*Levelised Cost of Hydrogen, LCOH*) низкоуглеродного водорода; рост спроса на низкоуглеродный водород на основе подписания торговых соглашений с ведущими импортерами водорода; стимулирование развития стоимостных цепочек поставок низкоуглеродного водорода и обеспечение долгосрочных обязательств по экологически чистому водороду⁷. Также в *NETR* разработана 3-х этапная система трансформации водородной отрасли Малайзии (см.Рис.1).



Рис. 1. Структура трансформации водородной отрасли в Малайзии.

Источник. Hydrogen Renewable Power of the Future.

URL: <https://www.mida.gov.my/hydrogen-renewable-power-of-the-future/>

В развитие Национальной дорожной карты энергетического перехода был принят еще один документ, известный как Дорожная карта экономики и технологий водородной энергетики. В нем определены основные задачи развития водородной отрасли на период до 2050 г. (см. Рис.2).

Реализация Дорожной карты водородной экономики и технологий намечена в три этапа. На первом этапе (2022–2030 гг.) будет сформирована база для удовлетворения внутреннего спроса и организация экспорта водорода. На втором (2031–2040 гг.) предусмотрено разработать целевые направления развития производства и конечного

применения водорода для привлечения инвестиций в коммерческие проекты. На третьем этапе (2041–2050 гг.) будет сформирован портфель инвестиционных проектов на внутреннем и внешних рынках по производству водорода из разных источников. В целом, запланировано увеличение объема производства водорода в Малайзии до 2 млн т к 2030 г. и до 16 млн т к 2050 г.⁸

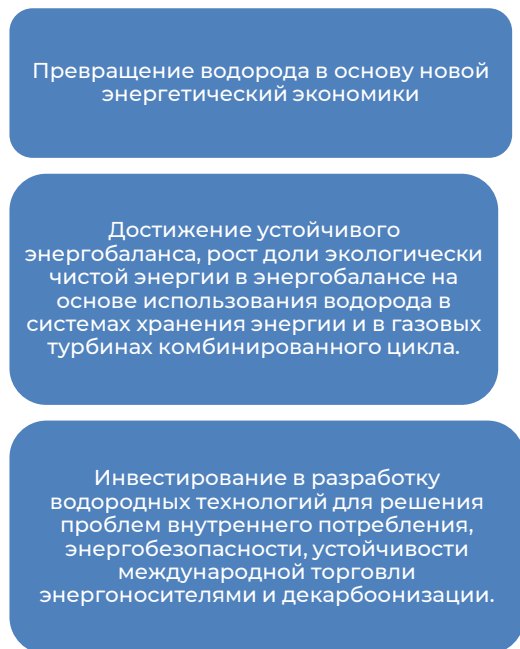


Рис.2. Цели Дорожной карты экономики и технологий водородной энергетики Малайзии. Источник. Malaysia Launches Hydrogen Economy & Technology Roadmap. URL: <https://hydrogen-central.com/malaysia-launches-hydrogen-economy-technology-roadmap/>

По ценовой конкурентоспособности водород уступает другим видам ВИЭ. Поэтому необходима целенаправленная государственная политика по поддержке его производства, прежде всего, за счет предоставления финансовых льгот, как субсидии, гранты, налоговые льготы, льготные кредиты. Так, в Малайзии с 2022 г. действует практика освобождения от налога на электромобили на топливных водородных элементах, что стало стимулом для потенциальных инвесторов в сферу производства и продажи таких моделей электромобилей⁹, а также освобождение от налога на «зеленый» доход в целях содействия внедрению «зеленых» технологий.

На перспективу намеченные в Национальной дорожной карте энергоперехода Малайзии инициативы будут способствовать: сокращению выбросов парниковых газов на 32 п.п. к 2050 г. по сравнению с уровнем 2019 г.; уменьшению среднедушевого размера выбросов парниковых газов до 4,3 Мт эквивалента CO₂. В целом, переход к водородной экономике позволит уменьшить выбросы парниковых газов до 15% к 2050 г., увеличить доходы до 400 млрд ринггитов и создать 200 тыс. новых рабочих мест¹⁰.

Рынок водорода Малайзии

Малайзия обладает существенными ресурсами для генерации ВИЭ. Это солнечное излучение для генерации солнечной энергии; биомасса из разных отходов для биоэнергии; реки для малой гидроэнергетики. Поставлена цель достижения доли ВИЭ до 31% к 2025 г., 40% к 2035 г. до 70% поставок первичной энергии к 2050 г. Для сравнения в 2020 г. этот показатель равнялся всего лишь 3,9%¹¹.

Таблица 1.
Запасы ВИЭ в Малайзии в 2013-2022 гг., МВт и %

Виды ВИЭ	2013	2015	2020	2022
Общемировые запасы ВИЭ	1 566 487	1 852 777	2 813 159	3 371 793
Совокупные запасы ВИЭ Малайзии	5 718	7 563	8 571	9 044
Доля Малайзии в мировых запасах, %	0,36	0,41	0,30	0,27
Гидроэнергия	4 535	5 742	6 197	6 211
Солнечная энергия	139	266	1483	1933
Биоэнергия	1 045	1 555	891	900

Источник. Составлено по: Renewable Energy Statistics 2023. IRENA, 2024. P.5-6.

Как видно из табл.1, основной вклад в развитие ВИЭ в Малайзии вносит гидроэнергия, далее солнечные фотоэлектрические установки и биоэнергия (в основном, твердое биотопливо и возобновляемые отходы).

Роль водорода в экономическом развитии страны будет постепенно возрастать. Основные сферы внутреннего потребления включают промышленность и транспорт, а также применение в качестве сырья для производства аммиака и метанола.

Объем спроса на рынке водорода Малайзии равен 50 тыс. т по итогам 2023 г. и прогнозируется его рост на 3,88% до 77 тыс. т к 2034 г.¹² Малазийский рынок водорода развивается в основном за счет использования водорода в качестве сырья для производства аммиака. Так, в структуре отраслей конечного потребления водорода доля аммиачной промышленности равна 42% (см. табл.2). В основном производится «серый» водород, хотя есть производственные мощности по производству экологически чистого водорода в штате Саравак.

Таблица 2.

Структура рынка водорода Малайзии по отраслям конечного потребления в 2023 г. и по прогнозу на 2034 г., %

Отрасли конечного потребления	2023	2034 (прогноз)
Производство аммиака	42	43
Производство метанола	19	20
Нефтепереработка	28	29
Топливная промышленность	5	6
Прочие отрасли	6	2

Источник. Malaysia Hydrogen Market. URL: <https://www.chemanalyst.com/industry-report/malaysia-hydrogen-market-3011>

Как видно из приведенной табл.2, в течение периода 2023–2034 гг. эксперты не ожидают существенных изменений в структуре рынка водорода Малайзии. По-прежнему доминирующее положение будет занимать производство аммиака. На втором месте нефтепереработка (28%), на третьем – производство метанола (19%).

По прогнозу, доля водорода в конечном энергетическом и не-энергетическом потреблении страны составит до 5% к 2050 г.¹³, что позволит активизировать обезуглероживание ряда подотраслей промышленности и удовлетворение потребностей рынка экологически чистого водорода.

На рынке водорода участвуют такие известные малазийские корпорации, как *Petronas*, *SEDC Energy* (*Sarawak Economic Development Corporation*), *Sarawak Energy*, *ISHSB* (*ICE SEDCE Hydrogen Sdn Bhd*), *Gentari Sdn Bhd*, которые обязались стать хабами экспорта водорода в азиатские государства – Японию и Республику Корея. Корпорация *Petronas*, которая производит «голубой» водород как побочный продукт в процессе производства СПГ, намерена наладить производство еще и «зеленого» водорода с объемом производства до 50 тыс. тонн к 2027 г.¹⁴.

За последнее десятилетие роль Малайзии в мировой торговле экологически чистым водородом (товарная группа HS6 280410)

возросла. По данным *The Observatory of Economic Complexity (OEC)*, по объему экспорта водорода в 2022 г. страна занимала 5-ое место в мире, а по импорту – 10-е место. Хотя роль водорода во внешней торговле страны низкая. Водород занимает 53-е место в экспорте и 106-е место в импорте Малайзии¹⁵.

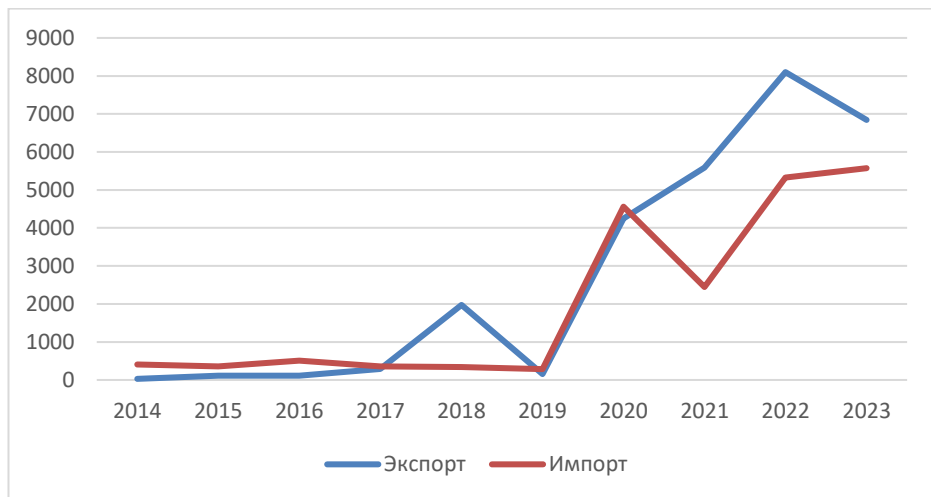


Рис.2. Внешняя торговля водородом (товарная группа HS6 280410) в Малайзии в 2014–2023 гг., тыс. долл. Источник. Trendeconomy.
URL: <https://trendeconomy.ru/data/h2/Malaysia/280410>

За 2014–2023 гг. стоимостной объем экспорта водорода из Малайзии увеличился с 28,8 тыс. долл. до 6 839,2 тыс. долл., или в 237,5 раза (см.Рис.2). Основной рынок сбыта малазийского водорода – Сингапур (99%), а также водород поставляется в Бангладеш, Бруней, Таиланд.

Импорт водорода в Малайзию по стоимости возрос с 407,6 тыс. долл. до 5 572,8 тыс. долл. за 2014–2023 гг., или в 13,7 раза (см. Рис.2). Крупными поставщиками являются Китай (49%) и США (43%), а также ввоз ведется из Сингапура (3,94%) и Японии (1,82%).

Если в 2014 г. сальдо торгового баланса по водороду было отрицательным в размере -378,8 тыс. долл., то по итогам 2023 г. – положительным +1 266,4 тыс. долл., т.е. Малайзия из нетто-импортера превратилась в нетто-экспортера водорода.

В целом, экспорт в страны Азии имеет немалые возможности. По прогнозу, спрос на водород в них может возрасти в 6 раз до 190 млн

тонн к 2050 г.¹⁶. Основными покупателями малазийского водорода станут Япония, Индия и Китай.

Развитие малазийского рынка водорода на перспективу определяется многими факторами, в том числе политикой правительства по ВИЭ и повышению уровня технологической конкурентоспособности страны в сфере ВИЭ, качеством инфраструктуры, уровнем спроса на водород, внедрением новых технологий в производство и транспортировку водорода, реализацией инвестиционных проектов, в том числе на совместной с зарубежными странами основе.

Инвестиционные проекты в водородной энергетике

В последние годы активизировалась практика разработки инвестиционных проектов в сфере водородной энергетики Малайзии. Их реализация осуществляется в основном в штате Саравак. Выбор Саравака неслучаен благодаря крупным ресурсам гидроэнергии, мощность которых оценивается в 3,5 гигаватта (GW)¹⁷. Здесь действует завод по производству экологически чистого водорода в г. Кучинг, продолжается сооружение других предприятий, трубопровода по поставкам водорода, использование водорода на городском транспорте. Политика правительства направлена на содействие штату занять лидирующие позиции в сфере производства «зеленого» водорода на основе использования гидроэнергоресурсов.

Ведущим инвестиционным проектом признается проект формирования водородного хаба на территории штата Саравак по схеме “*plug & play*”, что отражает задачу превращения Малайзии в коммерческого производителя водорода к 2027 г. Решено использовать модульный подход для интеграции в хаб установок по производству экологически чистого водорода. Ключевым игроком станет совместное предприятие *SEDC Energy Sdn Bhd* и *Gentari Sdn Bhd*, в руках которого будут сосредоточены собственность, разработка, производство и обслуживание водородного хаба в Сараваке. Подобная специализация штата станет драйвером для привлечения национальных и иностранных инвестиций, новых отраслей промышленности, стимулирования инноваций, создания новых рабочих мест. Планируется ежегодно производить «зеленый» и «голубой» аммиак в объеме 1,2 млн тонн и «зеленый» водород в объеме 0,2 млн тонн¹⁸ как для внутренних нужд, так и для потребностей внешних, прежде всего, азиатских рынков.

Важную роль играет намерение руководства страны и ведущих корпораций в объединении местных инноваций с мировыми

технологическими достижениями в производство и транспортировку водорода, что соответствует утвержденному подходу «построй что-то, купи что-то» (“*build some, buy some*”).

Еще один из крупнейших инвестиционных проектов под названием *HySustain* реализует корпорация *AGV Energy* по производству «зеленого» водорода с общим объемом производства в 100 тыс. тонн в среднем ежегодно. В проект вложили средства инвесторы из Японии, Великобритании, стран Евросоюза, а также технологические партнеры из Японии, США и ЕС. Предприятие будет введено в эксплуатацию с 2030 г. По оценкам, использование «зеленого» водорода даст возможность уменьшить углеродный след в Малайзии на 45% к 2030 г.¹⁹

На территории хаба реализуется и такой крупный инвестиционный проект, как применение на городском транспорте в г. Кучинг (столица штата Саравак) средств транспорта на водородных топливных элементах, как, например, водородные автобусы.

Можно привести немало других примеров по привлечению иностранных инвестиций в водородный хаб Саравака из таких стран, как Республика Корея, Япония, Китай, Саудовская Аравия. В частности, малайзийские компании *Sarawak Energy* и *SEDC Energy* подписали меморандум взаимопонимания с южнокорейскими корпорациями *Samsung Engineering*, *Lotte Chemical* и *POSCO Holdings* по поставкам возобновляемой гидроэнергии для производства аммиака и экологически чистого водорода в Сараваке. С компаниями *Samsung Engineering*, *Lotte Chemical* и *KNOC* реализуется проект *H₂biscus* по разработке установок для получения водорода с объемом производства в 630 тыс. тонн «зеленого» аммиака, 600 тыс. тонн «синего» аммиака и 220 тыс. тонн «зеленого» водорода²⁰. Еще один пример – проект совместно с японскими компаниями *ENEOS* и *Sumitomo Corp.* под названием *H₂ornbill* по производству экологически чистого водорода в г. Бинтулу²¹.

Действуют или находятся в стадии создания совместные предприятия по производству экологически чистого водорода между саудовской компанией *ACWA Power* и малайзийской *SEDC Energy*; по эксплуатации и техническому обслуживанию систем хранения водорода в Кучинге между китайской *Hydrexia* и малайзийской *ISHSB*; совместное предприятие между *SEDC Energy* (Малайзия), *H2X Global* (Австралия) и *Thales New Energy* (Франция) по экспорту водорода для производства экологически чистого аммиака и экологически чистого водорода.

Можно привести еще один пример инвестиционного проекта по строительству трубопровода. Так, в 2023 г. малайзийская компания

Gentari и сингапурская *City Energy* подписали соглашение о совместном сооружении водородного трубопровода из Малайзии в Сингапур²².

В целом, по оценке *IRENA*, Малайзии необходимо привлечение крупных инвестиций для развития экологически чистой и возобновляемой энергетики в объеме 47 млрд долл. к 2030 г., а в период 2000-2050 гг. – 375 млрд долл. Инвестиции в малазийскую энергетику должны составлять не менее 4% ВВП страны к 2050 г.²³.

Проблемы и перспективы развития водородной энергетики в Малайзии

Одна из основных проблем развития водородной энергетики в Малайзии связана с высокими капитальными затратами, необходимыми для разработки и реализации проектов в сферах солнечной и ветряной энергии, производства экологически чистого водорода, причем размер затрат намного выше, чем у других крупных экспортеров водорода.

Вторая проблема – проблема финансирования, решение которой требует государственной поддержки в форме финансовых стимулов, поощрения участия в финансировании частнопредпринимательского сектора, формирования государственно-частных партнерств, привлечении иностранных инвестиций.

Третья проблема – высокая стоимость электроэнергии, необходимой для производства водорода, что повышает издержки такого производства.

Еще одна проблема – длительные сроки строительства предприятий по производству водорода.

При сохраняющихся проблемах развитие водородной промышленности имеет хорошие перспективы. Одна из них связана с универсальностью водорода благодаря разнообразию источников его получения; а также реализуемым проектам по повышению экономической эффективности его производства; широкому использованию водорода в разных сферах экономики.

Вторая перспектива – в наличии крупных запасов ресурсов ВИЭ, в том числе в генерации солнечной энергии со среднегодовым суточным объемом в размере от 4,21 кВт·ч/м² до 5,56 кВт·ч/м²²⁴. Такой потенциал позволяет стране стать реальным хабом по производству «зеленого» водорода. Еще один существенный источник для производства водорода – большие запасы отходов биомассы, которые получают из масличной пальмы, сахарного тростника, риса, деревообработки и твердых бытовых отходов. Из перечисленных источников наиболее

важны отходы масличной пальмы, на долю которых приходится 94% общих отходов в среднем ежегодно²⁵. По оценкам, технология производства водорода из биомассы отличается рентабельностью использования водородных топливных элементов на транспорте, что возможно благодаря субсидированию цен на топливо в стране²⁶.

Третья перспектива определяется активной реализацией разных инвестиционных проектов с ПИИ и в сотрудничестве с зарубежными странами по направлениям, как строительство производственных предприятий и водородного трубопровода, разработка установок для производства водорода, так и применение водорода на общественном транспорте. Их завершение позволит снизить стоимость «зеленого» водорода, повысить международную конкурентоспособность малайзийского водорода.

Четвертая перспектива связана с разработкой и внедрением технологий в водородную отрасль, модернизацией технологии электролиза в целях уменьшения затрат на производство водорода.

Пятая перспектива – в формировании стоимостной цепочки стоимости и поставок, которая основана на производстве, транспортировке трубопроводами и хранении, что облегчает переход энергетики страны с ископаемого топлива на водород.

Шестая перспектива – в таком преимуществе, как географическая близость основных рынков сбыта, а значит, более низкие транспортные расходы. Малайзия обладает достаточно развитой сетью трубопроводов, по которым также может вестись экспорт водорода. Трубопроводы признаны как самые экономически эффективные средства транспортировки водорода как на близкие расстояния (в страны АСЕАН), так и на более дальние расстояния с учетом сложившейся инфраструктуры, производства электроэнергии и рынка топлива для морских перевозок.

В целом, перспективы водородной энергетики в Малайзии связаны с реализацией плана правительства и известных корпораций по превращению страны в мировой водородный хаб, росту поставок водорода в соседние азиатские государства, обеспечению «зеленого» роста в ряде отраслей экономики.

Выводы

Правительством Малайзии поставлена цель декарбонизации экономики и формирования водородного хаба на территории страны, а также постепенное смещение приоритета сферы ВИЭ к производству «зеленого» водорода.

Малазийский рынок водорода находится на начальном этапе, развитие которого ведется в основном за счет использования водорода в качестве сырья для производства аммиака. Его основные тенденции: постепенный рост спроса с 50 тыс. тонн в 2023 г. до 77 тыс. тонн к 2034 г.; динамичный рост внешней торговли экологически чистым водородом, что позволило Малайзии нетто-экспортером водорода и занять 5-ое место в мировом экспорте.

Для решения задачи превращения Малайзии в мировой водородный хаб огромное значение имеют инвестиционные вложения в разработку новых технологий и инвестиционных проектов. Основные инвестиционные проекты реализуются в штате Саравак, который обладает большими запасами гидроэнергоресурсов. Именно этот штат позиционируется как водородный хаб. Национальными компаниями, в том числе с привлечением ПИИ, реализуются проекты по строительству предприятий по производству и экспорту «зеленого» и «голубого» водорода, водородного трубопровода, по применению на городском транспорте водородных автобусов.

Сохраняются проблемы в развитии водородной энергетики в Малайзии, в том числе, высокая стоимость водорода, прежде всего, «зеленого»; высокая стоимость капитальных затрат, необходимых для производства экологически чистого водорода; нехватка финансирования; высокая стоимость электроэнергии: длительные сроки строительства предприятий. Перечисленные и иные проблемы требуют адекватных правительственных мер для своего решения.

Малайзия обладает рядом несомненных преимуществ для активизации развития водородной энергетики, как применение стоимостной цепочки стоимости и поставок, основанной на производстве, транспортировке и хранении, что облегчает переход энергетики страны с ископаемого топлива на водород; наличие крупных ресурсов как солнечная энергия и биоэнергия; разработка и внедрение технологий в водородную отрасль; разработка новых технологий и модернизация технологии электролизеров; географическая близость основных рынков сбыта (Азия).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

КОСТЮНИНА Галина Михайловна, доктор экономических наук, профессор, старший научный сотрудник кафедры МЭО и ВЭС им. Н.Н. Ливенцева, МГИМО МИД России, Москва, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Galina M. KOSTYUNINA, DSc (Economy), Professor, Senior Researcher, Nikolay N. Liventsev Department of International Economic Relations and Foreign Economic Ties, MGIMO University, Moscow, Russia

Статья поступила в редакцию 07.02.2025;
одобрена после рецензирования 15.02.2025;
принята к публикации 01.03.2025.

The article was submitted 07.02.2025;
approved 15.02.2025;
accepted to publication 01.03.2025.

¹ The Study of Hydrogen Imports and Downstream Applications for Singapore. 2020. URL: <https://file.go.gov.sg/study-of-hydrogen-imports-and-down-stream-applications-for-singapore.pdf>

² Net Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector. 2022. URL: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

³ Global Hydrogen Review 2023. URL: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023>

⁴ 2023 Hydrogen Levelized Cost Update: Green Beats Gray. URL: <https://about.bnef.com/blog/2023-hydrogen-levelized-cost-update-green-beats-gray/>

⁵ Energy: Can Malaysia be a hydrogen hub? URL: <https://www.mida.gov.my/mida-news/energy-can-malaysia-be-a-hydrogen-hub/>

⁶ Global Hydrogen Review 2023. URL: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023>

⁷ National Energy Transition Roadmap (NETR): Charting a Path to a Sustainable Energy Landscape. URL: <https://www.mida.gov.my/national-energy-transition-roadmap-netr-charting-a-path-to-a-sustainable-energy-landscape/>

⁸ Malaysia Aims to Produce 2 million tonnes of Hydrogen Annually to 2030. URL: <https://www.mida.gov.my/mida-news/malaysia-aims-to-produce-2-million-tonnes-of-hydrogen-annually-by-2030/>

⁹ The Use of Hydrogen in the Energy System in Malaysia and the Relevant Laws and Regulations. 2023. URL: <https://conventuslaw.com/report/the-use-of-hydrogen-in-the-energy-system-in-malaysia-and-the-relevant-laws-and-regulations/>

¹⁰ Chang Lih Kang. 2024. Malaysia's Strategic Role in the Emerging Hydrogen Economy. URL: <https://www.malaymail.com/news/what-you-think/2024/07/10/malaysia-strategic-role-in-the-emerging-hydrogen-economy-chang-lih-kang/143272>

¹¹ Mohammad Nurizat Rahman, Mazlan Abdul Wahid. 2024. Green Hydrogen Prospects in Peninsular Malaysia: a Techno-Economic Analysis via Monte Carlo Simulations. May 2024, Volume 02, Issue 02. Pages 27-45. URL: <https://doi.org/10.55670/fpl.fusus.2.2.4>

¹² Malaysia Hydrogen Market Analysis: Industry Market Size, Plant Capacity, Production, Operating Efficiency, Demand & Supply, End-User Industries, Sales Channel, Regional Demand, Company Share, Foreign Trade, Manufacturing Process, 2015-2034. URL: <https://www.chemanalyst.com/industry-report/malaysia-hydrogen-market-3011>

¹³ Malaysia Energy Transition Outlook. International Renewable Energy Agency. 2023. Abu Dhabi. URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Mar/IRENA_Malaysia_energy_transition_outlook_2023.pdf

¹⁴ Energy in ASEAN: Hydrogen in Asia Pacific. URL: <https://www.jdsupra.com/legalnews/energy-in-asean-hydrogen-in-asia-pacific-8814571/>

¹⁵ Hydrogen in Malaysia. URL: <https://oec.world/en/profile/bilateral-product/hydrogen/reporter/mys?timeLinePlot=year Option>

¹⁶ Malaysia Energy Transition Outlook. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

¹⁷ Chang Lih Kang. 2024. Malaysia's Strategic Role in the Emerging Hydrogen Economy. URL: <https://www.malaymail.com/news/what-you-think/2024/07/10/malaysia-strategic-role-in-the-emerging-hydrogen-economy-chang-lih-kang/143272>

¹⁸ Malaysia Energy Transition Outlook. 2023. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

¹⁹ AGV Energy is Developing HySustain. URL: <https://www.agvenergy.com/hysustain/>

²⁰ Gerard Lye. 2022. Sarawak Set to Become Malaysia's Green Hydrogen Production, Export Hub by 2027 with H₂biscus Project. URL: <https://paultan.org/2022/09/22/sarawak-set-to-become-malysias-green-hydrogen-production-export-hub-by-2027-with-h2biscus-project/>

²¹ The Use of Hydrogen in the Energy System in Malaysia and the Relevant Laws and Regulations. 2023. URL: <https://conventuslaw.com/report/the-use-of-hydrogen-in-the-energy-system-in-malaysia-and-the-relevant-laws-and-regulations/>

²² City Energy and Gentari to Explore Malaysia to Singapore Hydrogen Pipeline. URL: <https://www.h2-view.com/story/city-energy-and-gentari-to-explore-malaysia-to-singapore-hydrogen-pipeline/2101038.article/>

²³ Malaysia Energy Transition Outlook. 2023. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

²⁴ Mohammad Nurizat Rahman, Mazlan Abdul Wahid. 2023. Green Hydrogen Prospects in Peninsular Malaysia: a Techno-Economic Analysis via Monte Carlo Simulations, May 2024, Volume 02, Issue 02. P. 27-45. URL: <https://doi.org/10.55670/fpjl.fusus.2.2.4>

²⁵ Shwe Sin Han, Rika Safrina. 2023. Pathway for Development of Hydrogen Economy in Malaysia. December 27, 2023. URL: <https://reglobal.org/pathway-for-development-of-hydrogen-economy-in-malaysia/>

²⁶ Malaysia Launches Hydrogen Economy & Technology Roadmap. URL: <https://hydrogen-central.com/malaysia-launches-hydrogen-economy-technology-roadmap/>