

Научная статья. Исторические науки

УДК 94(593)

DOI: 10.31696/2072-8271-2025-3-3-68-217-235

ОПЫТ ТАИЛАНДА В РАЗВИТИИ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Галина Михайловна КОСТЮНИНА¹

¹ МГИМО МИД России, Москва, Россия,

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

Аннотация: Правительство Таиланда взяло обязательства по достижению углеродной нейтральности к 2050 г. и нулевых выбросов парниковых газов к 2065 г. Немалую роль в этом может сыграть водородная энергетика, которая находится на начальном этапе формирования. В предлагаемой статье проведено исследование состояния рынка водорода в Таиланде. Несмотря на сохраняющиеся проблемы (в частности, высокая стоимость водорода, нехватка инвестиционных ресурсов, недостаточная государственная поддержка, недооцененность важности водородной энергетики в обеспечении энергетической безопасности страны) есть немалые перспективы в развитии водородной энергетики благодаря в том числе крупным запасам ВИЭ и возможности сооружения производственных мощностей в местах их сосредоточения, прогнозируемому росту конкурентоспособности водорода, а также важности водорода в решении проблем устойчивого развития.

Ключевые слова: водородная энергетика, «зеленый» водород, «серый» водород, выбросы парниковых газов, Таиланд

Для цитирования: Костюнина Г.М. Опыт Таиланда в развитии водородной энергетики // Юго-Восточная Азия: актуальные проблемы развития, 2025, Том 3, № 3 (68). С. 217–235. DOI: 10.31696/2072-8271-2025-3-3-68-217-235

Original article. Historical science

THAILAND'S EXPERIENCE IN THE DEVELOPMENT OF HYDROGEN ENERGY

Galina M. KOSTYUNINA¹

¹ MGIMO University, Russia, Moscow,

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

Abstract: The Thai government has committed to achieving carbon neutrality by 2050 and zero greenhouse gas emissions by 2065. Hydrogen

energy, which is at an early stage of development, can play a significant role in this. In the proposed article, a study of the state of the hydrogen market in Thailand is conducted. Despite the remaining problems (in particular, the high cost of hydrogen, lack of investment resources, insufficient government support, underestimation of the importance of hydrogen energy in ensuring the country's energy security), there are considerable prospects for the development of hydrogen energy, including large reserves of renewable energy sources and the possibility of constructing production facilities in their places of concentration, the projected increase in the competitiveness of hydrogen, and also the importance of hydrogen in solving the problems of sustainable development.

Keywords: *hydrogen energy, "green" hydrogen, "grey" hydrogen, greenhouse gas emissions, Thailand*

For citation: Kostyunina G.M. Thailand's Experience in the Development of Hydrogen Energy. *Yugo-Vostochnaya Aziya: aktual'nyye problemy razvitiya*, 2025, T. 3, № 3 (68). Pp. 217–235. DOI: 10.31696/2072-8271-2025-3-3-68-217-235

Введение

В условиях динамичного роста промышленности в Таиланде быстро растет спрос на энергию. Для его удовлетворения важна диверсификация используемых источников энергии, как традиционных (природный газ, нефть, уголь, гидроэнергия), так и возобновляемых (солнечная и ветряная энергия, биомасса, водород). Руководство страны нацелено на обеспечение энергетической безопасности с учетом ограниченности традиционных источников энергии, расширение использования ВИЭ и перехода к экологически чистой энергетике. В таких условиях большую роль играет водород как перспективный источник энергии, который не загрязняет окружающую среду при сжигании, является накопителем энергии, может вырабатывать электроэнергию с помощью топливных элементов. Развитие водорода важно для обеспечения энергобезопасности страны на основе диверсификации источников энергии.

Водород представляет собой легкий газ, который в восемь раз легче природного газа, не имеет цвета и запаха. Его получают из сырьевых материалов и различают по цветовой гамме. Так, можно классифицировать водород по пяти формам (см. Рис. 1):

- (1) «Коричневый» производится на основе угля при газификации с выделением большого объема CO_2 ;
- (2) «Серый» водород получается из природного газа на основе паровой конверсии метана с выделением CO_2 , правда, в меньших объемах в отличие от коричневого водорода;
- (3) «Голубой» водород производится из природного газа, но благодаря технологии улавливания и использования углерода выбросы CO_2 меньше, чем у «серого»;
- (4) «Розовый» углерод получается на основе электролиза воды, работающей на электроэнергии из ядерной энергии;
- (5) «Зеленый» водород производится на основе электролиза воды с применением ВИЭ. Именно «зеленый» водород считается самой чистой формой водорода¹.

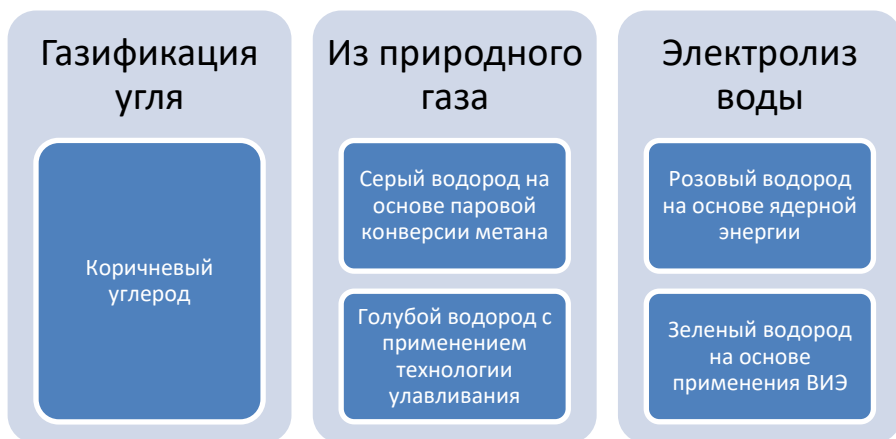


Рис.1. Формы водорода с учетом способа получения. Составлено автором.

Таиланд поставил цель сократить выбросы парниковых газов на 20% к 2030 г. и до 0% к 2065 г., а также достичь углеродной нейтральности к 2050 г.² Важную роль в решении этих целей отводится технологиям и финансированию. По данным тайландской компании *LT-LEDS*, общий объем выбросов парниковых газов в 2016 г. составил 354 млн т CO_2 н.э. Наибольший вклад внес энергетический сектор (производство электроэнергии и тепла с подключением к сетям), на долю которого пришлось 30,96% от общего объема. Вторым по величине источником выбросов парниковых газов – транспортный сектор, на долю которого приходится 19,26%. На эти два сектора приходится более 50% от общего объема выбросов парниковых газов в Таиланде³.

Достижение поставленных целей – крайне сложная задача с учетом высокой зависимости экономики от ископаемого топлива, потребляемого в промышленности – 70%, в том числе угля – 35%, природного газа – 29%, мазута – 3% и сжиженного нефтяного газа – 3%. На ВИЭ приходится 30%. По оценкам, постепенная замена в промышленности ископаемого топлива водородом позволит сократить уровень выбросов загрязняющих веществ⁴.

Государственная политика в сфере водородной энергетики

В Таиланде отсутствует национальная стратегия развития водородной энергетики в отличие, например, от Сингапура или Малайзии. Нормативно-правовую базу составляют документы, касающиеся развития энергетического сектора в целом с разделами по водородной энергетике. Можно выделить такие основные документы, включающие вопросы развития водородной энергетики, как Генеральный план развития альтернативной энергетики (2022 г.)⁵ и План развития энергетики (2024)⁶.

В Генеральном плане развития альтернативной энергетики (*Master Plan for the Development of Alternative Energy for Thailand*) поставлена цель увеличения производства водорода до 10 килотонн нефтяного эквивалента (н.э.) к 2036 г.⁷. Также намечено повысить объем производства альтернативной энергии до 19,653 МВт к 2036 г.

В Национальном плане энергетики Таиланда (*Power Development Plan*) определены такие задачи по развитию сферы ВИЭ, как: стимулирование производства и потребления ВИЭ; доведение доли водорода до 20% к 2037 г. в производстве электроэнергии; использование «голубого» водорода к 2031 г.

В нем также прописаны основы стратегии водородной энергетики страны с учетом таких принципов, как развитие устойчивого рынка и стимулирование начинающих разработчиков экологически чистых технологий; содействие развитию внутреннего исследовательского потенциала; развитие инфраструктуры, включая трубопроводы и хранилища; формирование благоприятной нормативно-правовой базы и стандартов.

В течение краткосрочного периода (2025-2030 гг.) предусмотрены подготовительные мероприятия, как разработка пилотных проектов; разработка стратегических планов; утверждение стандартов безопасности; проведение тестов и совершенствование систем хранения и транспортировки водорода.

На среднесрочную перспективу (2031-2040 гг.) намечено использование водорода в энергетике в коммерческих целях, включая постепенное добавление 5-10% водорода в систему трубопроводов природного газа для производства электроэнергии; стимулирование инвестиционных вложений, в том числе, на основе налоговых льгот; расширение сети экологически чистого электроснабжения для поддержки экологически чистого водорода и рост количества станций заправки водородом; контроль, оценка и совершенствование нормативно-правовой базы в сфере водородной энергетики.

На долгосрочную перспективу (2041-2050 гг.) намечено достичь углеродную нейтральность и нулевые выбросы CO₂ на основе повышения доли водорода до 10-20% в системе газопроводов для производства электроэнергии; разработки механизмов мониторинга, оценки и совершенствования инфраструктуры; оценки налогообложения выбросов углерода; формирования платформ для торговли выбросами углерода; определения транспортных стандартов для электромобилей и станций заправки водородом.

Если суммировать положения тайских основных документов по вопросам развития энергетики, то поставлены следующие задачи: снизить энергоемкость на 30% к 2036 г. по сравнению с уровнем 2010 г.; повысить долю ВИЭ в общем объеме производства электроэнергии с 20% в 2024 г. до 51% в 2037 г. за счет энергии солнца и ветра; в 2022-2030 гг. увеличить мощности на 3,67 ГВт дополнительно в секторе ВИЭ, в том числе 2632 МВт солнечной энергии, 1000 МВт ветряной энергии, 6,5 МВт энергии биогаза и 30 МВт энергии промышленных отходов⁸; повысить долю ВИЭ в общем объеме конечного потребления энергии до 30% к 2037 г.; увеличить долю ВИЭ в потреблении топлива на транспорте до 25% к 2036 г.⁹.

Одной из государственных структур, отвечающих за сферу водородной энергетики, является Управление по производству электроэнергии Таиланда (*the Electricity Generating Authority of Thailand*). Оно ведет разработку комплексной стратегии управления цепочкой поставок водорода, которая будет включать транспортировку, хранение и распределение водорода в стране.

В целях стимулирования разработки технологий, производства и использования ВИЭ в целом и водорода в частности в Таиланде разработана система поддержки инвесторов. Она включает как налоговые, так и неналоговые стимулы.

Так, действует такая налоговая льгота, как освобождение от уплаты налога на прибыль корпораций сроком на 8 лет компаний, которые ведут производство водорода¹⁰.

В 2021 г. Советом по инвестициям Таиланда утверждены налоговые стимулы для компаний-инвесторов, сокращающих выбросы парниковых газов и поддерживающих устойчивое развитие. Пакет включает 4 группы льгот. Первая группа – стимулы для компаний, которые участвуют в развитии устойчивого сельского хозяйства, например, в выращивании риса с низким содержанием метана. Вторая группа охватывает льготы инвесторам, содействующим модернизации оборудования в целях сокращения выбросов парниковых газов в форме налоговых каникул на срок до 3-х лет. Третья группа включила налоговые льготы компаниям, которые внедряют экологически чистые технологии. Например, в сфере нефтехимии компании, применяющие технологии улавливания, утилизации и хранения углерода, освобождаются от уплаты налога на прибыль корпораций на срок до 8 лет. Четвертая группа льгот действует для установок по разделению природного газа, внедряющих технологии улавливания, утилизации и хранения углерода. Компаниям предоставляется освобождение от уплаты корпоративного налога на срок до 8 лет.

Предусмотрены государственные гранты для производителей «зеленого» водорода, инвесторов в соответствующую инфраструктуру, субсидирование разработок и внедрения водородных технологий по всей цепочке поставок¹¹.

В достижении цели нулевых выбросов парниковых газов важную роль играет национальная политика поддержки производства электромобилей, известная под названием «Политика 30/30». Намечено к 2030 г. довести удельный вес электромобилей до 30% от общего объема производства автомобилей в Таиланде. В количественном выражении это соответствует показателю в 725 тыс. электромобилей и 675 тыс. электровелосипедов в среднем ежегодно¹². Понадобятся и станции быстрой зарядки, количество которых планируется довести до 12 тыс. Предусмотрены налоговые льготы для стимулирования иностранных инвестиций в тайское производство электромобилей, как, например, освобождение от корпоративного налога минимум на 3 года¹³.

Также утверждены меры стимулирования торговли углеродными кредитами в частнопредпринимательском секторе. Еще в 2022 г. в Таиланде стала действовать первая биржа торговли углеродными кредитами. Впоследствии предполагается подключить к рынку углерод-

ных кредитов платформы для торговли чистой энергией. Запланирован сбор данных о выбросах парниковых газов в 2027-2028 гг., а с 2029 г. запуск первого этапа, а с 2030 г. полный запуск системы торговли выбросами.

Важным направлением государственной политики поддержки водородной энергетики Таиланда также является обмен опытом и знаниями, содействие передаче технологий и международное сотрудничество. Так, например, ведется сотрудничество с японской организацией внешней торговли (*JETRO*) в сфере декарбонизации. В частности, 40% японских компаний в Таиланде используют ВИЭ¹⁴.

С 2023 г. функционирует рабочая группа по водородной энергетике, которая разрабатывает планы по развитию водородной энергетики до 2050 г. Создана Ассоциация водорода Таиланда, которая в 2024 г. совместно с государственной компанией *PTT* разработала девять пилотных проектов по использованию водорода с последующим их включением в национальные энергетические планы действий.

Слабым местом государственной политики остается отсутствие системы сертификации и методологии определения пороговых значений выбросов парниковых газов, хотя в Таиланде ведется работа по их разработке. Иностранные инвесторы выделяют и такие ограничения в тайской политике развития водородной энергетики и ВИЭ в целом, как нехватка информации о процедурах внедрения и нехватка квалифицированных кадров.

Таким образом, формирование нормативно-правовой базы и государственная поддержка компаний по развитию водородной энергетики в целом и по производству экологически чистого водорода, в частности, нацелены на содействие достижению поставленной цели углеродной нейтральности Таиланда к 2065 г.

Роль ВИЭ в экономике Таиланда

Как и многие другие государства, Таиланд принимает меры по постепенному переходу от ископаемого топлива к возобновляемым источникам энергии на основе сокращения количества угольных ТЭС, увеличения мощностей по ВИЭ, поддержки производства низкоуглеродистого топлива, включая экологически чистый водород и метанол. По мнению экспертов компании Делойт, применение экологичного водорода позволит достичь нулевого уровня выбросов парниковых газов в Таиланде к 2050 г.

Таиланд обладает немалыми запасами ресурсов ВИЭ, в основном, биомассы, гидроэнергии и солнечной энергии (см. Табл. 1).

Таблица 1. Запасы ВИЭ в Таиланде в 2020-2024 гг., МВт.

	2020	2021	2022	2023	2024
Общедоступные запасы ВИЭ	2 808 097	3 072 575	3 375 096	3 860 901	4 442 755
Совокупные запасы ВИЭ в Таиланде	11 843	12 402	12 540	12 593	12 606
Гидроэнергия	3670	3670	3686	3692	3692
Ветряная энергия	1507	1545	1545	1544	1544
Солнечная энергия	2984	3065	3185	3299	3388
Биомасса	4241	4681	4683	4617	4543

Составлено по: Renewable Energy Statistics 2024. IRENA, 2025. URL: <https://www.irena.org/Publications/2025/Jul/Renewable-energy-statistics-2025>

Как видно из Таблицы 1, на долю Таиланда приходится 0,28% совокупных мировых запасов возобновляемых источников энергии. Наибольшая доля Таиланда в мировых ресурсах биомассы (3,0%) и солнечной энергии (1,0%). На ВИЭ приходится 11% энергобаланса Таиланда, а к 2037 г. намечено увеличение их доли до 37%, что соответствует объему в 2 766 МВт ВИЭ¹⁵.

Удельный вес ВИЭ в производстве электроэнергии в стране вырос с 7,0% в 2000 г. до 18,3% в 2022 г., или на 169%. По этому показателю ВИЭ уступают нефти (40,0%) и природному газу (26,0%)¹⁶. В конечном потреблении электроэнергии на ВИЭ приходится 16,21% в 2022 г., что на 53% больше показателя 2000 г., когда доля составляла 11,0%¹⁷.

В разрезе по типам ВИЭ в производстве электроэнергии в Таиланде произошли изменения. Если в 2000 г. явно преобладала гидроэнергия (почти 100,0%), то к 2023 г. существенно выросли доли солнечной энергии (34,2%) и ветряной энергии (22,5%), а доля гидроэнергии снизилась до 43,4%, хотя и остается основным источником производства электроэнергии из группы ВИЭ (см. Табл. 2).

Таблица 2. Роль ВИЭ в разрезе по типам в производстве электроэнергии в Таиланде в 2000-2023 гг., ГВтч

ВИЭ	2000	2005	2010	2015	2020	2023
Гидроэнергия	6 026	5 798	5 561	3 878	4 681	6 758
Солнечная энергия	0	0	20	2 378	5 031	5 346
Геотермальная энергия	2	2	2	1	1	1
Ветряная энергия	0	0	0	329	3 220	3 519

Источник. Evolution of Renewable Electricity Generation by Source in Thailand since 2000. URL: <https://www.iea.org/countries/thailand/renewables>

Солнечная и ветряная энергии отличаются непостоянным характером и нуждаются в формировании систем накопления энергии, чтобы не зависеть от «капризов природы». Из солнечной и ветряной энергии можно получить «зеленый» или экологически чистый водород, разработка которого активно продвигается в Таиланде. Его широкое использование ожидается к 2045 г., что и записано в Национальной стратегии развития. Правда, сохраняются высокими затраты на солнечные батареи, которые оцениваются в 69 долл./МВтч (это второй результат в АСЕАН после Филиппин, где затраты равны 76 долл./МВтч) в 2023 г. Уровень затрат еще выше на аукционы по ветроэнергетике, который составляет 91 долл. за МВтч в Таиланде (что соответствует 2-му месту в АСЕАН после Филиппин с показателем в 100 долл./МВтч)¹⁸. Высокий уровень затрат в сфере солнечной и ветряной энергетики Таиланда делает производство водорода в стране слишком дорогим, по крайней мере, на настоящий момент.

В целом, ВИЭ в основном используются для производства электроэнергии, при отоплении домов и зданий. Они также могут применяться для целей обезуглероживания некоторых отраслей транспорта, как, например, автомобильного на основе использования электромобилей и электровелосипедов.

Тайский рынок водорода

По итогам 2022 г. уровень спроса на водород в Таиланде составил 95 млн тонн, и прогнозируется его рост до 614 млн тонн к 2050 г., или в 6,5 раз¹⁹. Основной источник спроса – электростанции.

Объем производств водорода незначителен, т.е. он не производится в промышленных масштабах. Как и во всем мире, в Таиланде акцент сделан в основном на «серый» водород с использованием газопроводов, прицепов с трубами и баллонов в качестве средств транспортировки. Подавляющая часть водорода производится из природного газа, ресурсы которого ограничены. Это ставит задачу расширения импорта в самые ближайшие годы с учетом роста спроса на водород.

По оценкам МЭА, потенциал производства возобновляемого водорода в Таиланде составляет 1,1 млн тонн в год при себестоимости производства в 6 долл./кг (или это 10% от потенциала региона Юго-Восточной Азии)²⁰. Преимущества производства водорода из природного газа связаны с более низкой стоимостью по сравнению с возобновляемым водородом и возможностью использования действующих производственных мощностей. Поэтому он в основном импортируется из-за рубежа для удовлетворения внутренних потребностей. Намечено увеличить объем производства водорода до 598 млн тонн в среднем ежегодно к 2050 г.²¹.

Стоимостной объем внешней торговли Таиланда чистым водородом (HS6 280410) невысокий, по этому показателю страна занимает 33-е место в мировом экспорте и 41-ое место в мировом импорте по итогам 2023 г. (см. Табл. 3). За 2020-2024 гг. экспорт по стоимости возрос с 104,62 тыс. долл. до 325,08 тыс. долл., или в 3 раза. Данные о физическом объеме тайского экспорта есть только за два года и равны 76,730 м куб. в 2021 г. и 114,746 м куб. в 2022 г.

Таблица 3. Внешняя торговля Таиланда чистым водородом (HS6 280410) в 2020-2024 гг., тыс. долл.

	2020	2021	2022	2023	2024
Экспорт	104.62	70.05	62.67	114,94	325,08
Импорт	25.06	10.28	27.24	156,80	91,01
Торговый баланс	+79,56	+59,77	+35,43	-41,86	+234,07

Источник. World Bank. World Integrated Trade Solution.

URL: <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/THA/year/2024/tradeflow/Imports/partner/WLD/product/280410>; <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/THA/year/2024/tradeflow/Exports/partner/WLD/product/280410>

Объем водородного импорта по стоимости увеличился с 25,06 млн тонн до 91,01 млн тонн, или в 3,6 раза. Баланс торговли водородом складывается с положительным сальдо в размере +234,07 тыс. долл. в 2024 г.

Географическая структура тайского водородного экспорта отличается высокой концентрацией в трех странах, на совокупную долю которых приходится 96,8% по итогам 2023 г. (см. Рис.2).

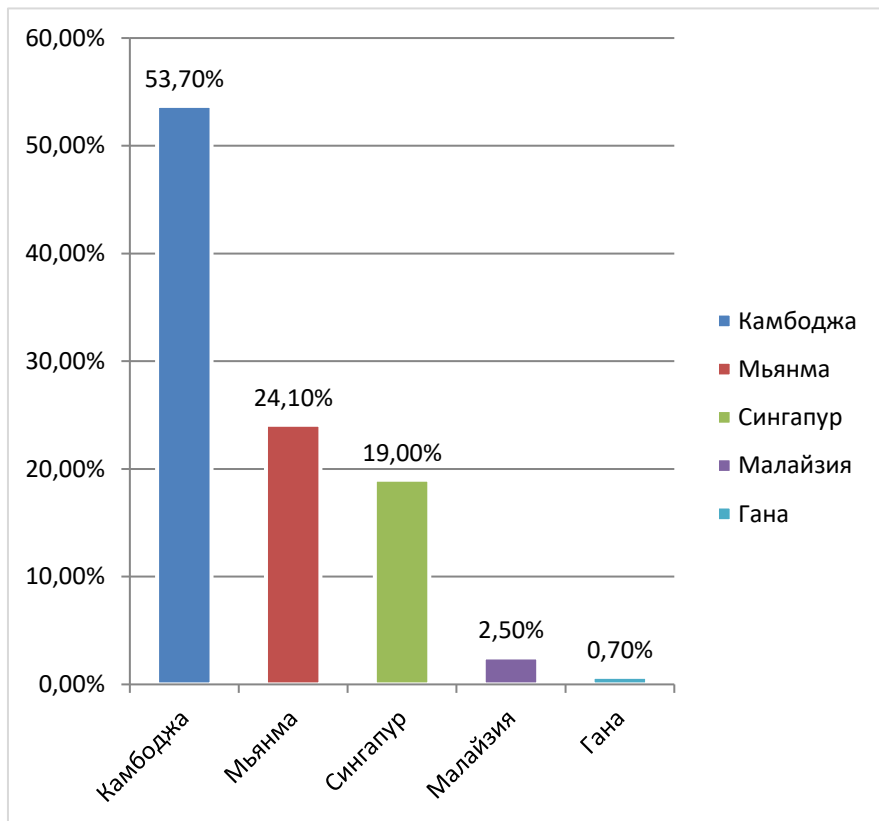


Рис. 2. Географическая структура экспорта чистого водорода (HS6 280410) из Таиланда в 2023 г., %.

Составлено на основе: World Bank. World Integrated Trade Solution.

URL: <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/THA/year/2024/tradeflow/Exports/partner/WLD/product/280410>.

Ведущими рынками сбыта тайского водорода выступают партнеры по АСЕАН: Камбоджа (61,75 тыс. долл.), Мьянма (27,72 тыс. долл.) и Сингапур (21,8 тыс. долл.).

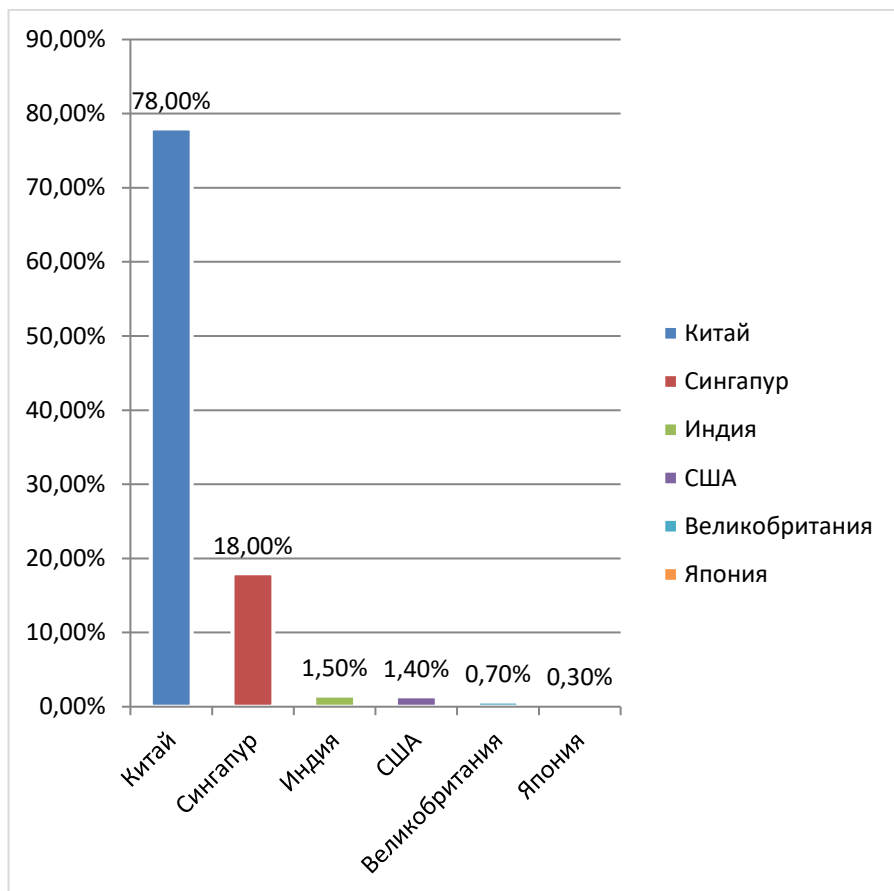


Рис.3. Географическая структура импорта чистого водорода (HS6 280410) в Таиланд в 2023 г., %.

Составлено на основе: World Bank. World Integrated Trade Solution. URL: <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/THA/ year/ 2024/ tradeflow/imports/partner/WLD/product/280410>

Основными поставщиками являются Китай (122,31 тыс. долл.) и Сингапур (28,26 тыс. долл.) с общим удельным весом в 96,0%.

Таким образом, внешняя торговля Таиланда чистым водородом незначительна по стоимостному объему, имеет положительное сальдо торгового баланса, отличается высокой концентрацией экспорта и импорта в двух-трех странах. Сохраняются перспективы активизации участия страны в мировой торговле чистым водородом, в частности, в отношении расширения экспорта в Лаос, Канаду и Вьетнам, и в отно-

шении увеличения закупок в Сингапуре, Бельгии и Катаре. С перечисленными странами показатели товарооборота динамично растут за последние 3 года.

Одна из основных проблем производства водорода связана с его высокой стоимостью, которая оценивается в 3,1 долл. за кг (2025 г.), по прогнозу снизится до 1,9 долл. за кг в 2050 г. Что касается «серого» водорода, то его приведенная стоимость оценивалась в 1,7 долл. за кг в 2025 г. и повысится до 2,8 долл. к 2050 г.²².

Водород сохраняет роль сравнительно нового вида энергии. Технология его производства разрабатывается и не внедрена пока в коммерческую деятельность. Что и влияет на более высокую стоимость водорода по сравнению с ископаемым топливом, технология которого разрабатывалась давно.

Инвестиционные проекты в водородной энергетике Таиланда

В Таиланде инициировано порядка десяти инвестиционных проектов в сфере водородной энергетики. Они находятся на стадии согласования, или на стадии оценки целесообразности реализации, или финального инвестиционного решения. Некоторые из их числа рассмотрены ниже.

Фактически, можно назвать один инвестиционный проект, который реализован в рассматриваемой сфере. В 2022 г. в провинции Чонбури была открыта первая водородная заправочная станция компании Тоталь для электромобилей на топливных элементах.

Управление по производству электроэнергии Таиланда предложило проект в провинции Лам Такхонг по хранению энергии от ветряных турбин в виде газообразного водорода и производству электроэнергии на основе топливных элементов мощностью 100 кВт для использования потенциала ВИЭ. По оценкам, на 1 кг экологически чистого водорода расходуется 41,73 кВтч электроэнергии, что является самым высоким показателем коэффициента полезного действия. Стоимость электроэнергии, которая производится ветряными турбинами в Лам Такхонге, равна 3,1 бат. Стоимость 1 кг экологически чистого водорода – 129,6 бат, или 3,4 долл. США, а с учетом стоимости оборудования для электролизера равна 238,6 бат, или 6,27 долл. США²³, что существенно ниже рыночной цены. Этот проект является первым такого рода примером в Юго-Восточной Азии.

В планах тайского руководства комбинирование водорода и природного газа при совместном сжигании водорода в целях замеще-

ния 5% (в перспективе до 20%) объема производимой электроэнергии из ископаемого топлива на газотурбинных электростанциях в период 2031-2040 гг.²⁴. Проект совместный с японской корпорацией *Mitsubishi Heavy Industries*. Объединение тайских проектов и японских передовых технологий по всей цепочке поставок на перспективу позволит расширить объем производства экологически чистого водорода в Таиланде.

В 2021 г. Управлением промышленной недвижимости инициирован проект по формированию инфраструктуры в сфере таких ВИЭ, как водород, солнечная энергия и биомасса на территории двух тайских промышленных комплексов Мап Тафуп и Смарт Парк. На перспективу намечено строительство завода по производству водорода для обслуживания средств транспорта в Смарт Парке (мощностей одного завода будет недостаточно, поэтому предполагается также расширить импорт водорода из-за рубежа). В проекте участвуют 6 компаний как из Таиланда, так и Японии.

В рамках другого инвестиционного проекта между государственной корпорацией *PTT* (Таиланд), Управлением по производству электроэнергии Таиланда и аравийской компанией *ACWA Power* намечено строительство завода по производству «зеленого» водорода мощностью в 225 тыс. тонн в среднем ежегодно. Стоимость проекта равна 7 млрд долл. с ежегодным объемом производства 225 тыс. тонн экологически чистого водорода²⁵. Другой совместный проект данных компаний – сооружение завода по производству чистого аммиака мощностью 1,2 млн тонн в среднем ежегодно, но пока подписан только меморандум о намерениях. Реализация данного проекта смогла бы полностью удовлетворить тайские потребности в аммиаке, которые оцениваются в 340 тыс. тонн в год²⁶.

Другой перспективный инвестиционный проект – сооружение электростанции на ВИЭ мощностью 29,4 тыс. МВт к 2037 г.²⁷, что зафиксировано в Плане развития альтернативной энергетики страны.

Таким образом, реализация инвестиционных проектов в тайской водородной энергетике рассчитана, главным образом, на долгосрочную перспективу в основном до середины 2030-х гг. Главная проблема инициирования и реализации инвестиционных проектов в сфере водородной энергетики Таиланда связана с нехваткой инвестиционных ресурсов, недостаточной государственной поддержкой и недооцененностью важности водородной энергетики в обеспечении энергетической безопасности страны.

Проблемы и перспективы тайской водородной энергетики

Есть немало проблем, сдерживающих развитие водородной энергетики в Таиланде. Из их числа следует выделить такие, как:

- (1) высокая стоимость производства водорода по сравнению с ископаемым топливом;
- (2) сложности с интеграцией технологий использования водорода и ВИЭ в действующую энергетическую инфраструктуру;
- (3) слабая законодательная база, в том числе отсутствие национальной стратегии развития водородной энергетики;
- (4) нехватка инвестиций в разработку и реализацию проектов в сфере ВИЭ; по оценкам, потребности Таиланда в инвестиционных вложениях в рассматриваемую сферу оцениваются в 100 млн долл.;
- (5) более высокая стоимость капитала в отличие от потенциальных экспортеров водорода, в частности, аммиака;
- (6) медленное внедрение прогрессивных низкоуглеродистых технологий, что требует в том числе финансовой помощи на покрытие первоначальных затрат на разработку и внедрение таких технологий;
- (7) слабый уровень развития инфраструктуры для производства, хранения и транспортировки водорода;
- (8) относительно высокие капитальные затраты на производство, хранение и транспортировку водорода, уровень которых пока определяет невысокую степень целесообразности развития водородной энергетики; по мере снижения капитальных вложений в производство водорода, транспортировку, а также снижения нормированной стоимости электроэнергии, производство водорода в Таиланде может стать конкурентоспособным в течение следующих десяти лет;
- (9) слабость механизма государственно-частного партнерства, крайне востребованного при реализации проектов в водородной энергетике;
- (10) слабая господдержка коммерческого производства экологически чистого водорода и связанных с ним производных.

Несмотря на наличие немалых проблем, есть хорошие перспективы развития и повышения роли водородной энергетики в Таиланде, благодаря наличию крупных запасов ВИЭ для производства водорода; возможности сооружения предприятий по производству водорода в

местах сосредоточения крупных запасов солнечной энергии, энергии ветра, водозаборов. Например, это горные регионы на западе, прибрежный район Чонбури, центральная часть и северо-восток страны.

Прогнозируется повышение конкурентоспособности экологически чистого водорода благодаря постепенному снижению затрат на его производство и транспортировку, невысокой стоимости ВИЭ, формированию рынков водорода в других странах, прежде всего, в соседних странах АСЕАН. По оценкам, затраты на производство экологически чистого водорода уменьшились с 10-15 долл. до 4-6 долл. за кг газообразного водорода (H_2) за 2010-2020 гг., а к 2030 г. снизятся до 2 долл. за кг газообразного водорода. Такое снижение существенно повысит международную конкурентоспособность экологически чистого водорода по сравнению с видами, вырабатываемыми на основе парового риформинга метана и ценой на бензин.

Другая перспектива связана с прокладкой региональных трубопроводов в ЮВА для экспорта аммиака и/или сжиженного водорода. Такой вид транспорта считается экономически эффективным в рамках региональной торговли. По мере необходимости и с учетом технологической составляющей производство «серого» водорода может быть модернизировано в выпуск «голубого» водорода, а в последующем – в производство «зеленого» водорода, но для этого следует снизить капитальные затраты на его хранение и транспортировку.

На перспективу водород может заменить ископаемое топливо, например, в нефтехимии, что позволит сократить выбросы парниковых газов и повысить энергоэффективность.

На развитие водородной энергетики в стране положительно влияют и немалые преимущества водорода, как содействие улучшению качества воздуха, сокращение выбросов парниковых газов, развитие новых отраслей промышленности, создание новых рабочих мест.

Но есть несколько «но», которые могут затормозить развитие мощностей по производству экологически чистого водорода в стране. Одно из них – крупные ресурсы солнечной энергии, которые можно использовать круглогодично благодаря благоприятному климату. По оценкам МЭА, у Таиланда есть потенциал для обеспечения дополнительных мощностей ВИЭ для производства электроэнергии с учетом текущих потребностей. Солнечная энергия содействует развитию низкоуглеродистой экономики, но не производству экологически чистого водорода.

Еще одно «но» – развитие низкоуглеродистой водородной отрасли на основе метана. Хотя ресурсы природного газа крайне ограничены, но в последние годы динамично растет его импорт, а правительство проводит политику превращения Таиланда в региональный хаб торговли СПГ. Использование природного газа в качестве сырья, а также разработка и внедрение передовых технологий позволяет использовать метан, улавливаемый из отходов, в качестве сырья при производстве низкоуглеродистого «голубого» водорода.

Заключение

Водородная энергетика в Таиланде находится на этапе начального формирования. Наличие крупных ресурсов энергии ветра, солнечной энергии, гидроэнергии, биомассы и геотермальной энергии создает благоприятные условия для производства «зеленого» и «голубого» водорода, разработки и внедрения технологий топливных элементов в энергоснабжении сферы транспорта.

Нормативно-правовую базу составляют национальные планы и программы по развитию энергетики в целом или альтернативной энергетики в частности. В них поставлены конкретные задачи по достижению нулевых выбросов парниковых газов в Таиланде к 2065 г. В рамках государственной политики утверждены меры поддержки компаний, которые включают налоговые льготы, субсидирование, гранты, обмен опытом и знаниями, передачу передовых технологий, международное сотрудничество. Слабым местом нормативно-правовой базы остается отсутствие национальной стратегии развития водородной энергетики, нехватка информации.

Тайский рынок водорода слабо развит. Объем производства в основном «серого» водорода невелик, отсутствует производство в промышленных масштабах. Невысоким сохраняется объем экспорта и импорта чистого водорода при положительном сальдо торгового баланса, с высокой концентрацией в двух-трех странах-партнерах.

Инициированы инвестиционные проекты в тайской водородной энергетике в основном в сотрудничестве с зарубежными компаниями Японии, Саудовской Аравии. Но проекты нацелены на долгосрочную реализацию к середине 2030-х гг.

Становление водородной энергетики в Таиланде сталкивается с немалыми проблемами. Основные из их числа включают: высокую стоимость производства водорода по сравнению с ископаемым топливом; слабую законодательную базу; нехватку инвестиций в разработку и реализацию проектов в сфере ВИЭ; медленное внедрение прогрес-

сивных низкоуглеродистых технологий; слабый уровень развития инфраструктуры для производства, хранения и транспортировки водорода.

Перспективы развития водородной энергетики в Таиланде связаны в том числе с преимуществами экологически чистого водорода; крупными запасами ВИЭ; прогнозируемым ростом конкурентоспособности водорода благодаря сокращению капитальных затрат; важностью роли водорода в достижении углеродной нейтральности и устойчивого развития.

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

Статья поступила в редакцию 24.11.2025;
одобрена после рецензирования 15.12.2025;
принята к публикации 20.12.2025.

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

The article was submitted 24.11.2025;
approved 15.12.2025;
accepted to publication 20.12.2025.

¹ Hydrogen: a key driver of Thailand's sustainable energy transition. (2025).

URL: <https://www.nationthailand.com/sustaination/40051254>

² Southeast Asia Energy Outlook. 2022. International Energy Agency. P.48.

URL: <https://www.iea.org/reports/southeast-asia-energy-outlook-2024>

³ Diewwilai R., Audomvongseeree K. Possible Pathways toward Carbon Neutrality in Thailand's Electricity Sector by 2050 through the Introduction of H2 Blending in Natural Gas and Solar PV with BESS. *Energies*, 15(11), 3979. 2022. <https://doi.org/10.3390/en15113979>

⁴ Nakapreecha N., Pongthanaisawan J., Wangjiraniran W., Vivanpatarakij S., Audomvongseeree K. Prospect of Hydrogen Usage in the Industrial Sector: Thailand Context // *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2023, #13(3). P. 63.

⁵ Master Plan for the Development of Alternative Energy for Thailand (2015-2036).

URL: <https://climatepolicydatabase.org/policies/alternative-energy-development-plan-2015-2036>

⁶ Power Development Plan (PDP). 2024. Thailand. URL: <https://climatepolicydatabase.org/policies/power-development-plan-pdp-2024>

⁷ Thailand's Energy Transition: Hydrogen in Thailand (2022).

URL: <https://www.inhousecommunity.com/article/thailands-energy-transition- hydrogen-thailand/>

- ⁸ Kalnin S., Visavayothanan R., Packpongphanchai D. Thailand Powers up: New Renewable Energy Incentives and Opportunities in 2024. P.2-3.
URL: <https://www.wfw.com/articles/thailand-powers-up-new-renewable-energy-incentives-and-opportunities-in-2024/>
- ⁹ Southeast Asia Energy Outlook. International Energy Agency. 2022. P.48.
URL: <https://www.iea.org/reports/southeast-asia-energy-outlook-2024>
- ¹⁰ Thailand Energy Market Report. February 10, 2024. 10 p. URL: <https://www.strategyboffins.com/perspective/thailand-energy-market-report/>
- ¹¹ Vongvitayapirom B. Green hydrogen and the challenges for Thailand. 2024.
URL: <https://www.nationthailand.com/sustainability/40044158>
- ¹² Electric vehicles – A new automotive world order. 2021.
URL: <https://www.japandeskbakermckenziebangkok.com/2021/06/30/2021-9-22-electric-vehicles-a-new-automotive-world-order/>
- ¹³ Thailand BOI Approves Measures to Support Carbon Reduction. 2021.
URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/thailand-boi-approves-measures-to-support-carbon-reduction-301370144.html>
- ¹⁴ Япония и Таиланд развивают партнерство в области углеродной нейтральности. 2025. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8118383?Yclid=miag5vckvw944318999>
- ¹⁵ Colthorpe A. Sungrow and Thai government body partner on energy storage and green hydrogen. 2022. URL: <https://www.energy-storage.news/sungrow-and-thai-government-body-partner-on-energy-storage-and-green-hydrogen/>
- ¹⁶ International Energy Agency. 2025. URL: <https://www.iea.org/countries/Thailand/>
- ¹⁷ International Energy Agency. 2025.
URL: <https://www.iea.org/countries/thailand/renewables>
- ¹⁸ Global Hydrogen Review. International Energy Agency. October 2025.
URL: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2025>
- ¹⁹ Sophitanontrat W. The Hydrogen Revolution: Leading the Way for a Cleaner, Healthier Thailand. The Market Outlook / Home Magazine. 2023. URL: <https://south-east-asia.bureauveritas.com/magazine/hydrogen-revolution-leading-way-cleaner-healthier-thailand>
- ²⁰ Global Hydrogen Review. International Energy Agency. October 2025.
URL: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2025>
- ²¹ Vongvitayapirom B. Green hydrogen and the challenges for Thailand. 2024.
URL: <https://www.nationthailand.com/sustainability/40044158>
- ²² Vongvitayapirom B. Green hydrogen and the challenges for Thailand. 2024.
- ²³ Rathamarit Y. An Overview of Green Hydrogen Production and Energy Storage Facilities, the Lam Takhong Wind Hydrogen Power Plant. 2022.
URL: <https://research.csiro.au/ired2022/wp-content/uploads/sites/477/2022/11/EGAT-Green-Hydrogen.pdf>
- ²⁴ Kerdyam Ch. Hydrogen: The New Hope of Clean Energy. 2024.
URL: <https://www.egat.co.th/home/en/hydrogen-the-new-hope-of-clean-energy/>
- ²⁵ PTT to make \$7 billion green hydrogen investment with ACWA Power. 2023.
URL: <https://www.hydrogenfuelnews.com/green-hydrogen-investment-ptt/8558184/>
- ²⁶ Global Hydrogen Review. International Energy Agency. October 2025.
URL: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2025>
- ²⁷ Diwvilai R., Audomvongseree K. Possible Pathways toward Carbon Neutrality in Thailand's Electricity Sector by 2050 through the Introduction of H2 Blending in Natural Gas and Solar PV with BESS. *Energies*, 15(11), 3979. 2022.
URL: <https://doi.org/10.3390/en15113979>