

DOI 10.24412/2686-7702-2025-3-6-19

Водородная энергетика в Индонезии: текущий статус и возможности международного сотрудничества в рамках БРИКС

Корнеев Константин Анатольевич¹,
Дмитриева Софья Александровна²

¹ Институт Китая и современной Азии РАН

² Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Аннотация. Индонезия, крупнейшая экономика Юго-Восточной Азии, активно стремится укрепить свои позиции в глобальной энергетической системе. С вступлением в БРИКС в 2025 г. страна получила уникальную возможность для расширения сотрудничества с ведущими развивающимися экономиками мира, такими как Китай, Индия, Бразилия, ЮАР и Россия. Перспективным направлением такого сотрудничества становится водородная энергетика, которая рассматривается как один из основных элементов энергетического перехода и достижения климатических целей.

Водород, особенно «зелёный», производимый при помощи электролиза с поставкой электроэнергии от ВИЭ, становится всё более важным ресурсом для декарбонизации промышленности, транспорта, энергетики. Индонезия, имеющая богатые ресурсы для производства возобновляемой энергии, стремится стать весомым игроком в глобальной водородной экономике, формирование которой постепенно набирает обороты. Уже сегодня страна осуществляет амбициозные проекты и активно сотрудничает с некоторыми странами БРИКС с целью развития водородной инфраструктуры.

В данной статье рассматривается текущее состояние водородной энергетики в Индонезии, её стратегические инициативы и перспективы сотрудничества с другими членами БРИКС. Кроме того, проводится анализ вызовов и возможностей, с которыми сталкивается страна на этом пути.

Ключевые слова: Индонезия, БРИКС, водородная энергетика, международное сотрудничество

Авторы: Корнеев Константин Анатольевич, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Центра японских исследований, Институт Китая и современной Азии РАН (адрес: 117997, Москва, Нахимовский пр-т, 32). ORCID: 0000-0003-3930-6309. E-mail: korneev@icaras.ru

Дмитриева Софья Александровна, студентка, факультет мировой экономики и мировой политики НИУ ВШЭ (адрес: 119017, Москва, Малая Ордынка ул., 17/1). ORCID: 0009-0001-8848-8148. E-mail: sadmitrieva_1@edu.hse.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Статья подготовлена при поддержке РНФ, проект № 25-28-00554 «Развитие водородной энергетики в рамках БРИКС: национальная специфика и общие задачи».

Для цитирования: Корнеев К.А., Дмитриева С.А. Водородная энергетика в Индонезии: текущий статус и возможности международного сотрудничества в рамках БРИКС // Восточная Азия: факты и аналитика. 2025. Т. 7. № 3. С. 6–19. DOI 10.24412/2686-7702-2025-3-6-19

Hydrogen energy in Indonesia: current status and opportunities of international cooperation within the BRICS framework

Korneyev Konstantin A.¹,
Dmitriyeva Sof'ya A.²

¹ Institute of China and Contemporary Asia of the Russian Academy of Sciences

² National Research University Higher School of Economics

Abstract. Indonesia, the largest economy in Southeast Asia, is actively seeking to strengthen its position in the global energy system. With its accession to BRICS in 2025, the country has gained a unique opportunity to expand cooperation with the world's leading developing economies, such as China, India, Brazil, South Africa, and Russia. One of the promising areas of such collaboration is hydrogen energy, which is regarded as a key component of the energy transition and the achievement of climate goals.

Hydrogen, particularly “green” hydrogen, produced through electrolysis powered by renewable energy, is becoming now an increasingly vital resource for decarbonizing industry, transportation, and power generation as well. Indonesia, endowed with abundant renewable energy resources, aims to become a significant player in the emerging global hydrogen economy, which is gradually gaining momentum. The country is already implementing ambitious projects and actively collaborating with some BRICS members to develop hydrogen infrastructure.

This article examines the current state of hydrogen energy in Indonesia, its strategic initiatives, and the prospects for cooperation with other BRICS nations. Additionally, it provides an analysis of challenges and opportunities that the country faces on this path.

Keywords: Indonesia, BRICS, hydrogen energy, international cooperation

Authors: Korneyev Konstantin A., PhD (History), Senior Researcher of the Center for Japanese Studies, Institute of China and Contemporary Asia of the Russian Academy of Sciences (address: 32, Nakhimovskiy Av., Moscow, 117997, Russian Federation). ORCID: 0000-0003-3930-6309. E-mail: korneyev@iccaras.ru

Dmitriyeva Sof'ya A., Undergraduate student, Faculty of World Economy and International Affairs, National Research University Higher School of Economics (address: 17/1, Malaya Ordynka, Moscow, 119017, Russian Federation). ORCID: 0009-0001-8848-8148. E-mail: sadmitrieva_1@edu.hse.ru

Conflict of interests. The authors declare the absence of the conflict of interests.

Support. The research was supported by the Russian Science Foundation, grant No. 25-28-00554 “Hydrogen Energy Development in the BRICS Countries: Common Tasks and national specifics”.

For citation: Korneyev K.A., Dmitriyeva S.A. (2025). Vodorodnaya energetika v Indonezii: tekushchiy status i vozmozhnosti mezhdunarodnogo sotrudnichestva v ramkakh BRICS [Hydrogen energy in Indonesia: current status and opportunities of international cooperation within the BRICS framework]. *Vostochnaya Aziya: fakty i analitika* [East Asia: Facts and Analytics], 7 (3): 6–19. (In Russian). DOI 10.24412/2686-7702-2025-3-6-19

Введение

Индонезия обладает значительным потенциалом для развития водородной энергетики благодаря обилию возобновляемых ресурсов, таких как геотермальная, солнечная, ветровая и гидроэнергия. Кроме того, страна имеет значительные запасы природного газа. С 2015 г. Индонезия активно включилась в глобальную климатическую повестку, ратифицировав Киотский протокол и затем Парижское соглашение, а также разработала целый ряд мер стимулирования развития ВИЭ-генерации и приняла Национальную водородную стратегию. Все эти меры чётко направлены на достижение углеродной нейтральности к 2060 г., и кооперация с государствами-членами БРИКС может способствовать ускорению их реализации.

В методологическом плане исследование базируется на инструментарии социально-экономических наук (факторный, институциональный, сравнительный анализ, контент-анализ, статистический анализ) и дополняется системным подходом к разработке проблемы на основе поиска и интерпретации больших объёмов информации. Структурно статья охватывает национальные планы в области низкоуглеродного водорода в Индонезии, включая усилия по реализации конкретных проектов, этапы развития правовой базы водородной энергетики и суммарный вклад водорода в энергобаланс страны (прогноз). Кроме того, применяются отдельные элементы SWOT-анализа для оценки сильных и слабых сторон внедрения водородной энергетики Индонезии, а также вызовов и возможностей для страны, особенно в контексте расширения кооперации в рамках БРИКС по «водородному» направлению.

Теоретическая база исследования формируется в общих рамках концепции «энергетического перехода» [Ерёмин 2023], которая определяет важный вклад «чистого» водорода в снижение углеродного следа в промышленности, энергетике, а также транспортном секторе. У Индонезии в настоящий момент практически нет собственных заделов в области основных водородных технологий (электролизёры, топливные элементы и пр.), поэтому ей необходима кооперация с иностранными партнёрами – и здесь формируется хорошая возможность для международного технологического сотрудничества в рамках БРИКС, поскольку объединение выступает за «справедливый и равный энергетический переход».

Источниковая база включает в себя официальные документы правительства Индонезии, отчёты компаний и материалы различных мероприятий под эгидой БРИКС, аналитические отчёты консалтинговых агентств и ряда международных организаций (например, Международного энергетического агентства – МЭА), профильные научные публикации и статистическую информацию.

Существующие научные исследования демонстрируют растущий интерес к развитию водородной энергетики в Индонезии, однако отмечается необходимость дальнейшего изучения возможностей международного сотрудничества, особенно в рамках БРИКС, для реализации потенциала водородного направления. В данном аспекте целесообразно выделить следующие статьи: Г.М. Костюнина «Водородная энергетика в странах АСЕАН» [Костюнина 2024]; Permana S., Handoko C., Gomonov K. “Hydrogen’s Potential and Policy Pathways for Indonesia’s Energy Transition: the Actor-Network Analysis” [Permana et al 2025]; Prasetyo S., Trisnoaji Yu., Arifin Z., Mahadi A. “Harnessing Unconventional Resources for Large-

Scale Green Hydrogen Production: An Economic and Technological Analysis in Indonesia” [Prasetyo et al. 2025] и ряд других.

С учётом логики и характера исследований, обозначенных выше, новизна текущей статьи заключается в комбинации актуальных данных, локального фокуса и практических рекомендаций, что заполняет существующий пробел в работах о водородной энергетике в Индонезии и вариантах сотрудничества в рамках БРИКС.

Текущее состояние водородной энергетики в Индонезии

Для производства «чистого» (низкоуглеродного)¹ водорода Индонезия может использовать два способа: на базе электролиза с использованием ВИЭ-генерации и также из ископаемых топлив с применением систем улавливания CO₂ [Amin, Shah 2022]. У Индонезии имеется крупный геотермальный потенциал ввиду нахождения в Тихоокеанском вулканическом огненном кольце. Наличие полноводных рек и тропических осадков формирует мощный гидроэнергетический потенциал, а расположение у экватора позволяет рассчитывать и на эффективное использование солнечной и ветряной энергии. Среднегодовая инсоляция на большей части территории Индонезии составляет около 1600 кВт·ч/м² – 1800 кВт·ч/м², в то время как среднегодовая ветряная нагрузка превышает 8 м/с. По данным Национального энергетического совета Республики Индонезия, страна обладает потенциалом возобновляемой энергии в 3687 ГВт, который включает в себя 63 ГВт энергии океана, 23 ГВт геотермальной энергии, 57 ГВт биоэнергии, 155 ГВт энергии ветра, 95 ГВт гидроэнергии и 3294 ГВт солнечной энергии [Aditya, Pratiwi 2025].

Восточная Нуса Тенгара, самая южная провинция Индонезии – район с наибольшим ВИЭ-потенциалом. Правительство также определило Папуа как базовый регион для производства «зелёного» водорода из-за его богатых ВИЭ-ресурсов (гидроэнергия, солнечная энергия и ветер). Низкоуглеродный водород в объёмах, превышающих средние показатели по стране, вполне могут производить и провинция Западная Ява, Центральная Ява, Восточная Ява, Риау и Южная Суматра, остров Сулавеси².

В рамках формирования курса на декарбонизацию ещё в 2004 г. Индонезия ратифицировала Киотский протокол³, однако более активные действия в данном направлении страна начала предпринимать именно в минувшее десятилетие. В 2015 г. на конференции ООН по изменению климата (COP-21) была подписана Рамочная конвенция ООН об изменении климата⁴. Позже, в 2016 г. Индонезия ратифицировала Парижское соглашение⁵. Осенью 2022 г. прошла министерская встреча «большой двадцатки» по вопросам

¹ Низкоуглеродным считается водород, который получают из ископаемого топлива с использованием установок улавливания и хранения углерода (УХУГ) или же способом электролиза воды с поставкой электроэнергии от ВИЭ («зелёный»), стандартный критерий – пороговое значение выбросов 9,8-4,4 и ниже кг CO₂-экв./кг H₂.

² Strategi Hidrogen Nasional Dukung Transisi Energi Indonesia. *Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral*, Dec 15, 2023. URL: <https://ebtke.esdm.go.id/artikel/undefined/strategi-hidrogen-nasional-dukung-transisi-energi-indonesia> (accessed: Jun 6, 2025).

³ UU No. 17 Tahun 2004. *Database Peraturan*, Jan 2025. URL: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/40514> (accessed: Jun 20, 2025).

⁴ Парижское соглашение по климату. *Материалы Организации Объединённых Наций (ООН)*, январь 2025. URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement> (дата обращения: 20.06.2025).

⁵ Indonesia Tak Terpengaruh Walau AS Mundur Dari Perjanjian Paris. *IESR*, Jun 4, 2017. URL: <https://iesr.or.id/indonesia-tak-terpengaruh-walau-as-mundur-dari-perjanjian-paris-2/> (accessed: Jun 20, 2025).

энергетического перехода, и в этом же году страна отчиталась о сокращении выбросов CO₂ на 91,5 млн т^{6,7}. Эти шаги закрепили магистральный курс правительства Индонезии на достижение «нулевого уровня выбросов» и определили нужный контекст для рассмотрения инициатив по реализации проектов водородной энергетики.

Однако, несмотря на значительный потенциал ВИЭ, их доля в энергобалансе Индонезии составляет не более 12 %, включая ГЭС, геотермальные источники и биотопливо. При этом сохраняется принципиальная зависимость от угля, нефти и природного газа (42 %, 28 % и 18 % соответственно в структуре потребления). Хотя Индонезия обладает огромными возможностями для развития возобновляемой энергетики, процесс идёт медленно из-за недостатка инвестиций, регуляторных барьеров и приоритета относительно дешёвых и легко извлекаемых первичных энергоресурсов, которыми богаты недра страны. Как можно видеть в таблице ниже, геотермальная энергия – ключевой элемент потенциала Индонезии в области энергетической трансформации: в стране сосредоточено до 40 % подтверждённых мировых запасов, однако по состоянию на текущий момент она использует лишь около 5 %⁸.

Таблица 1. Доля ВИЭ в структуре установленных мощностей Индонезии, 2023 г.

Источник ВИЭ-генерации	Доля в структуре мощностей, %
Гидроэнергия	2,4
Геотермальная энергия	4,8
Биотопливо	3,6
Солнечная и ветровая энергия	1,2

Источник / Source: Energy Industry in Indonesia. *Aenert*, Apr 3, 2025. URL: <https://aenert.com/countries/asia/energy-industry-in-indonesia/> (accessed: Jul 5, 2025).

Индонезия пока не является крупным игроком в производстве и экспорте водорода, даже полученного «традиционными» способами газификации угля и паровой конверсии (риформинга) метана. Более того, по мере будущего ускорения энергетического перехода и сокращения доли ископаемого топлива в структуре мирового потребления энергии, вполне может снизиться и производство «серого» водорода, который пока доминирует в промышленности страны [Костюнина 2024].

Если Индонезия не начнёт активнее развивать ВИЭ-генерацию (основной источник электроэнергии для производства «зелёного» водорода), её экспортные возможности в этом секторе останутся очень ограниченными. А ниша формируется значительная – по оценкам МЭА, уже к 2035 г. объём производства экологически чистого водорода в мире достигнет

⁶ G20 Promotes Accelerated Energy Transition at G20 Energy Ministers' Meeting. *The Jakarta Post*, Sep 6, 2022. URL: <https://www.thejakartapost.com/adv/2022/09/06/g20-promotes-accelerated-energy-transition-at-g20-energy-ministers-meeting.html> (accessed: Jun 20, 2025).

⁷ Sepanjang Tahun 2022, Emisi GRK Turun 118 Juta Ton. *ESDM*, Oct 15, 2023. URL: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/sepanjang-tahun-2022-emisi-grk-turun-118-juta-ton> (accessed: Jun 20, 2025).

⁸ Energy Industry in Indonesia. *Aenert*, Apr 3, 2025. URL: <https://aenert.com/countries/asia/energy-industry-in-indonesia/> (accessed: Jul 7, 2025).

150 млн т ежегодно, причём его большая часть будет производиться именно с экспортными целями⁹.

В перспективе страна могла бы использовать свой ВИЭ-потенциал для водородных проектов, но потребуются серьёзные инвестиции в инфраструктуру и технологии. К тому же Индонезии необходимо снизить зависимость от угля при увеличивающемся росте спроса на электроэнергию. Однако, учитывая нынешнюю конкурентоспособность по цене (см. табл. 2), даже при грамотной политике, достаточных инвестициях и разработке соответствующих технологий подобная благоприятная ситуация сложится нескоро.

Таблица 2. Конкуренция водорода с доминирующими энергоносителями

Энергоноситель	Себестоимость	Выбросы CO ₂
Уголь	0,03–0,05 долл/кВт·ч	Высокие
Природный газ	0,05–0,08 долл/кВт·ч	Средние
«Зелёный» водород	8,00–12,00 долл/кг	Нулевые
«Голубой» водород	2,00–4,00 долл/кг	Умеренные
«Серый» водород	1,00–3,00 долл/кг	Высокие

Источники / Sources: [Prasetyo et al. 2025]; [Nesty et al. 2025]; [Permana et al. 2025].

Пока самым важным для развития водородной энергетики стало объявление министерством энергетики и минеральных ресурсов Индонезии в 2023 г. о запуске национальной водородной стратегии, с помощью которой страна сможет достичь нулевого уровня выбросов CO₂ к 2060 г [Sisdwinugraha et al. 2025]. Согласно стратегии, Индонезия планирует развивать производство зелёного водорода с использованием возобновляемых источников энергии, включая ГЭС (например, проект Кауап мощностью 9 ГВт), что позволит сократить выбросы CO₂ на 32 % к 2030 г.

Приоритетным способом производства водорода считается электролиз с поставкой электроэнергии от ВИЭ, что увязывается с планами правительства по развитию возобновляемой энергетики (обозначены в Национальном генеральном плане RUEN), а именно увеличения доли ВИЭ в электрогенерации до 23 % в 2025 г. и до 31 % в 2050 г.¹⁰. В рамках водородной стратегии были обозначены три основных цели: диверсификация цепочек поставок, расширение национального спроса и создание экспортного рынка для технологий и продукции водородной энергетики [Sisdwinugraha et al. 2025].

По состоянию на 2023 г. потребление водорода в Индонезии составило 1,75 млн т, однако этот водород производится традиционными способами риформинга метана и/или газификации угля и преимущественно используется в химической промышленности и на предприятиях нефтепереработки. Важной частью стратегии является формирование промышленных кластеров для производства, хранения и транспортировки водорода, а также

⁹ Hydrogen. IEA, Feb 27, 2025. URL: <https://www.iea.org/energy-system/low-emission-fuels/hydrogen> (accessed: Jun 20, 2025).

¹⁰ National Energy Grand Strategy to Ensure Energy Availability. Ministry of Energy and Mineral Resources, Nov 23, 2020. URL: <https://www.esdm.go.id/en/media-center/news-archives/national-energy-grand-strategy-to-ensure-energy-availability> (accessed: Jun 20, 2025).

интеграция водородных технологий с другими низкоуглеродными инициативами, такими как биотопливо (B40, B60) и устойчивое авиационное топливо [Sisdwinugraha et al. 2025].

Генеральный директорат по борьбе с изменением климата, который является одним из рабочих подразделений Министерства окружающей среды и лесного хозяйства Индонезии, и само министерство определены основными органами, ответственными за климатическую повестку страны. Генеральный директорат занимается вопросами, связанными с изменением климата, особенно в осуществлении мер по смягчению последствий, адаптации, сокращению выбросов парниковых газов, сокращению и ликвидации озоноразрушающих веществ, инвентаризации парниковых газов¹¹. Генеральный директорат также разработал схему оценки в виде общенационального механизма сертификации выбросов для стимулирования их сокращения в Индонезии (ICER)¹².

Ещё одним важным институтом является Институт реформы основных служб (IESR) – крупный индонезийский аналитический центр и некоммерческая организация (НКО), специализирующаяся на продвижении политики в области устойчивой энергетики, борьбе с изменением климата и обеспечении равного доступа к основным сервисам и возможностям экологически чистой энергетики¹³. Перечисленные выше институты отвечают и за развитие водородной энергетики.

В настоящее время рассматривается несколько пилотных проектов в области низкоуглеродной водородной энергетики. Один из самых крупных – это новая столица Индонезии Нусантара. Она задумана как «зелёный умный город» с интегрированными энергетическими системами на основе ВИЭ, в том числе и с применением водородной энергии. Предполагается использование Нусантары в качестве полигона для тестирования низкоуглеродных технологий с целью достижения в обозримой перспективе статуса углеродно-нейтрального города¹⁴. Пока Джакарта остаётся столицей Индонезии, несмотря на потерю статуса «матери государства» (Daerah Khusus Ibukota) в феврале 2024 г.¹⁵. «Переезд» в Нусантару должен был произойти в 2024 г., но по причине неготовности инфраструктуры столица не будет перенесена до специального указа президента страны¹⁶.

Среди уже реализованных проектов можно выделить Камоджанг в Западной Яве. Расположенная там геотермальная электростанция в 2024 г. начала производство «чистого» водорода. Все инвестиции взял на себя государственный энергетический гигант Persero, включающий две корпорации – Pertamina и PLN. Объём производства пока очень скромный и составляет всего 4 с небольшим тонны в год. В общей сложности компания производит 203 т экологически чистого водорода в год на всех предприятиях в Индонезии. 128 т используется в качестве топлива для транспортных средств, а остальные 75 т используются

¹¹ Perpres No. 92 Tahun 2020. *Database Peraturan*, Oct 2020. URL: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/146510/perpres-no-92-tahun-2020> (accessed: Jun 20, 2025).

¹² The Indonesian Emission Reduction (SPEI) Scheme Greenhouse Gas Verification and Validation Institute. *ICSP*, Jun 27, 2024. URL: <https://institute-csp.org/training-schedule/the-indonesian-emission-reduction-spei-scheme-greenhouse-gas-verification-and-validation-institute/> (accessed: Jun 20, 2025).

¹³ About Us. *IESR*, Apr 29, 2025. URL: <https://iesr.or.id/en/about-us/> (accessed: Jun 20, 2025).

¹⁴ About Nusantara. *IKN*, Dec 13, 2021. URL: <https://ikn.go.id/en/about-ikn> (accessed: Jun 20, 2025).

¹⁵ UU No. 3 Tahun 2022. *Database Peraturan*, Dec 2022. URL: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/198400/uu-no-3-tahun-2022> (accessed: Jun 20, 2025).

¹⁶ Suhenda D. Nusantara to Be “Political Capital City” by 2028, Govt Says. *The Jakarta Post*, Jan 23, 2025. URL: <https://www.thejakartapost.com/indonesia/2025/01/23/nusantara-to-be-political-capital-city-by-2028-govt-says.html> (accessed: Jun 20, 2025).

для иных производственных нужд¹⁷. Кроме того, именно PLN открыла и эксплуатирует первую в стране водородную заправочную станцию в Сенаяне¹⁸.

В рамках стратегического шага по ускорению энергетического перехода PLN в 2024 г. объявила о партнёрстве со штаб-квартирой Hyundai Motor Asia Pacific, направленном на создание «устойчивой водородной экосистемы в Индонезии». Были определены 17 потенциальных мест производства водорода по всей стране. В 2025 г. начата реализация проекта в одном из подобных мест – речь идёт о производстве «зелёного водорода» на геотермальном участке Улубелу в регионе Танггамус, провинция Лампунг, с целевой мощностью до 100 кг водорода в день. В дополнение к этим инициативам Pertamina является пионером в сооружении интегрированной заправочной станции в Даан Моготе, район Западная Джакарта. Проект предусматривает строительство комплекса для заправки водородным топливом, бензином/дизелем и природным газом – всё в одном месте¹⁹.

PLN в 2024 г. также объявила о сотрудничестве с сингапурской Sembcorp Industries с целью разработки технико-экономического обоснования (ТЭО) для строительства завода по производству низкоуглеродного водорода на Суматре²⁰. Ведутся консультации и с рядом индонезийских и зарубежных компаний, однако пока без особой конкретики.

Очевидно, что Persero имеет монопольное положение в плане обсуждения и реализации «водородных» инициатив. Это выявляет характер развития водородной энергетики в Индонезии в том смысле, что пока этот сегмент недоступен для негосударственных компаний, а это ограничивает приток инвестиций в отрасль [Apriliyanti et al. 2024]. С другой же стороны, подобное положение дел помогает государству осуществлять свои стратегии чётко и структурировано, контролируя ценообразование на водород и быстро «перебрасывая» государственные субсидии на приоритетные направления.

Сотрудничество Индонезии с отдельными странами БРИКС

Индонезия стала полноправным членом БРИКС только в 2025 г., поэтому о партнёрских отношениях в рамках данной организации по развитию водородных проектов говорить достаточно сложно. Тем не менее ещё до вступления в БРИКС Индонезия активно взаимодействовала с некоторыми из стран-членов организации по разработке различных «зелёных» проектов.

¹⁷ Cariaga C. Kamojang Geothermal Power Plant in Indonesia Starts Green Hydrogen Production. *Think GeoEnergy*, Feb 23, 2024. URL: <https://www.thinkgeoenergy.com/kamojang-geothermal-power-plant-in-indonesia-starts-green-hydrogen-production/> (accessed: Jun 20, 2025).

¹⁸ Indonesia's First Hydrogen Station Boosts Energy Transition in Transportation. *Recessary*, Mar 4, 2024. URL: <https://www.recessary.com/en/news/Indonesia-first-hydrogen-station-boosts-energy-transition-in-transportation> (accessed: Jun 20, 2025).

¹⁹ Pertamina and Hyundai Join Forces for Hydrogen in Indonesia. *Mobility Plaza News*, Aug 26, 2024. URL: <https://www.mobilityplaza.org/news/38663> (accessed: Jun 20, 2025).

²⁰ Sembcorp and PT PLN EPI Sign Joint Development Agreement for Southeast Asia's Largest Green Hydrogen Project. *Sembcorp News and Insights*, Jun 3, 2024. URL: <https://www.sembcorp.com/sg/news-and-insights/news/2024/sembcorp-and-pt-pln-epi-sign-joint-development-agreement-for-southeast-asias-largest-green-hydrogen-project/> (accessed: Jun 20, 2025).

Китай. В настоящее время это самый крупный торговый партнёр Индонезии²¹, который имеет разветвлённую экосистему планов по развитию водородной энергетики, а также качественный практический опыт в данной области. В ноябре 2024 г. КНР и Индонезия заключили ряд деловых соглашений на сумму 10 млрд долл. в ходе двустороннего бизнес-форума в Пекине. В совместном заявлении также говорится о планах по расширению сотрудничества в области новых транспортных средств (включая водородные), литиевых батарей, фотоэлектрических проектов и цифровой экономики²².

В январе 2025 г. китайская компания Primary Hydrogen подписала контракт на поставку водородной заправочной станции мощностью 600 кг/сутки для одной из компаний в Индонезии. Это первый проект Primary Hydrogen в Юго-Восточной Азии, а также крупнейшая ВЗС, строящаяся в Индонезии. Предполагается, что компания предоставит технологии по всей цепочке производства, хранения, транспортировки и применения водорода²³.

В апреле 2025 г. консорциум China Energy Engineering Northeast Engineering Research Institute и China Energy Engineering China Power Engineering International Company заключили соглашение о разработке ТЭО проекта для производства и поставки возобновляемой энергии на основе «зелёного» аммиака и водорода на острове Батам. Для питания электролизных установок планируется построить наземную и морскую фотоэлектрические электростанции мощностью 240 МВт²⁴.

Бразилия. Индонезия и Бразилия, пусть и не напрямую, но тоже укрепляют партнёрство в области водородной энергетики. В 2024 г. государства подписали несколько соглашений по устойчивому развитию на сумму 2,6 млрд долл. Эти соглашения, о которых было объявлено на Индонезийско-бразильском бизнес-форуме в Рио-де-Жанейро во время саммита G20, подчёркивают приверженность двух стран устойчивому развитию в сферах возобновляемых источников энергии, сельского хозяйства и энергосберегающих технологий²⁵.

Индия. Индия и Индонезия также обладают потенциалом для «водородного» сотрудничества. Во время визита президента Индонезии Прабово Субианто в Индию в январе 2025 г. главы двух стран выступили с совместным заявлением, в котором подчеркнули важность расширения кооперации по развитию возобновляемых источников

²¹ Indonesia Trade Partners in 2025: Export Import Data, Key Statistics & Insights. *Medium*, May 30, 2025. URL: <https://medium.com/@exportimportdata3/indonesia-trade-partners-in-2025-export-import-data-key-statistics-insights-da5237335785> (accessed: Jun 20, 2025).

²² Panda A. China, Indonesia Sign \$10 Billion in Deals as Prabowo Visits Beijing. *The Diplomat*, Nov 11, 2024. URL: <https://thediplomat.com/2024/11/china-indonesia-sign-10-billion-in-deals-as-prabowo-visits-beijing/> (accessed: Jun 20, 2025).

²³ 北京派瑞华氢能公司携手中船派瑞氢能公司签订首套印尼制氢加氢一体站合同 [Beijing Pai Ruihua Hydrogen Energy Company and CSSC Pai Ruihua Hydrogen Energy Company signed the first set of Indonesia hydrogen production and hydrogenation integrated station contract]. *国际氢能王 [International Energy Net]*, Feb 19, 2025. URL: <https://mh2.in-en.com/html/h2-2440697.shtml> (accessed: Jun 20, 2025).

²⁴ CEEC Signs Deal for Batam Island's Green Hydrogen-Ammonia Project. *Petromindo.com*, Apr 3, 2025. URL: <https://www.petromindo.com/news/article/ceec-signs-deal-for-batam-island-s-green-hydrogen-ammonia-project> (accessed: Jun 20, 2025).

²⁵ Indonesia Should Be Gateway for Europe to Asian Markets: Deputy FM. *Antara News*, Oct 8, 2024. URL: <https://en.antaranews.com/news/328750/indonesia-should-be-gateway-for-europe-to-asian-markets-deputy-fm> (accessed: Jun 20, 2025).

энергии и соответствующих технологий, включая и потенциальное сотрудничество в области технологий производства, хранения и транспортировки низкоуглеродного водорода²⁶.

Россия. У России и Индонезии нет совместных инициатив, так или иначе касающихся водородной энергетики. Тем не менее, отношения между странами в данном направлении могут успешно развиваться, если на официальном уровне установить потенциально перспективные области. Например, Россия вполне может поставлять технологии электролиза, а Индонезия – стать полигоном для их внедрения в специфичных условиях тропического климата²⁷.

Расширение контактов со странами БРИКС в области водородной энергетики позволит повысить значимость Индонезии как регионального локомотива в общем контексте осуществления энергетического перехода. Подобная кооперация будет очень полезна для страны и в целях ускорения технологического прогресса, притока инвестиций и обеспечения национальной энергетической безопасности в долгосрочной перспективе.

Вызовы и возможности для Индонезии

Курс на осуществление водородной стратегии Индонезии сопряжён как с серьёзными проблемами, так и с большими возможностями. Несмотря на то, что страна обладает значительным потенциалом для того, чтобы стать региональным лидером в производстве и экспорте «чистого» водорода, ей необходимо преодолеть технологические, инфраструктурные и экономические препятствия.

Основное внимание стоит обратить на технологические и инфраструктурные вызовы. Электролизеры, системы хранения/транспортировки водорода и другие ключевые технологии в настоящее время поставляются из-за рубежа. Зависимость от третьих стран в развитии водородной энергетики ведёт к дополнительным затратам и рискам, что замедляет реализацию проектов [Bhirowo, Tambunan 2025].

Географическое положение страны создаёт дополнительные сложности для налаживания общенациональной сети производства, хранения и транспортировки водорода, так как быстро функционирующая цепочка поставок в условиях архипелага требует крупных инвестиций в связанную инфраструктуру (хранилища, трубопроводы, установки по сжижению/сжатию и т.д.). Ещё одним моментом, требующим внимания, является нормативно-правовая база. Индонезия обладает вполне зрелой юридической базой в части экологии и возобновляемой энергетики, однако для успешного внедрения именно водородной энергетики нужны профильные законы и постановления, учитывающие огромную специфику водорода как энергоносителя, особенно в вопросах безопасности.

Со вступлением в БРИКС у Индонезии появляется ряд новых возможностей. Расширение сотрудничества с Китаем, Бразилией, Индией, ЮАР и Россией, а также в перспективе и с другими новыми членами объединения, обеспечивает доступ к финансированию,

²⁶ India-Indonesia Joint Statement on the State Visit of H.E. Prabowo Subianto, President of Republic of Indonesia. *Ministry of External Affairs, Government of India*, Jan 26, 2025. URL: <https://www.mea.gov.in/bilateral-documents.htm?dtl/38944/IndiaIndonesia+Joint+Statement+on+the+State+Visit+of+HE+Prabowo+Subianto+President+of+Republic+of+Indonesia+2326+January+2025> (accessed: Jun 20, 2025).

²⁷ «Росатом» разработал электролизеры для производства водорода. *Страна Росатом*, 17.02.2022. URL: <https://strana-rosatom.ru/2022/02/17/rosatom-razrabotal-elektroliznyh/> (дата обращения: 20.06.2025).

технологиям, научным знаниям, причём на чётких принципах взаимовыгодного обмена и энергетической справедливости. В целом, страны БРИКС заинтересованы в формировании Индонезии как государства с фокусом на развитие ВИЭ и водородной энергетики, поскольку внутренний рынок страны обладает огромной инвестиционной и технологической ёмкостью.

На основе отчёта «Перспективы энергетического перехода в Индонезии» от неправительственной организации «Институт реформы основных услуг» (Institute for Essential Services Reform), а также отдельных научных публикаций авторы выстроили два сценария: базовый (сохранение текущей энергетической политики без радикальных изменений) и оптимистичный (реализация программ достижения углеродной нейтральности к 2060 г.).

Первый сценарий предполагает, что уголь остаётся в роли доминирующего источника энергии вплоть до конца 2030-х гг. Далее страна всё равно осуществляет транзит в сторону ВИЭ, но водородная энергетика не станет приоритетом и будет развиваться по остаточному принципу. В таком сценарии производство водорода не превышает и 50 тыс. т в год.

Таблица 3. Сценарий 1 (базовый) – доля водорода как энергоисточника

Период	Доля водорода, %	Тип водорода ²⁸	Производство (тонн/год)
2025–2030	<0,1	«серый»	5000–10000
2031–2040	0,1–0,15	«серый» (80 %), «голубой» (20 %)	15000–30000
2041–2050	0,15–0,2	«голубой» (50 %), «серый» (50 %)	30000–50000
2051–2060	0,2–0,3	«голубой» (60 %), «зелёный» (40 %)	50000–70000

Источники / Sources: [Sisdwinugraha et al. 2025]; [Prasetyo et al. 2025]; [Wijayanto et al. 2025]; [Hesty et al. 2025]; [Permana et al. 2025].

Второй сценарий будет осуществим при своевременном внедрении пилотных проектов (2025–2030), массовом производстве «зелёного» водорода (2031–2030), запрете на «серый» и «голубой» водород без систем улавливания CO₂, начиная с середины 2030-х гг., и при активном расширении международного сотрудничества в контексте привлечения инвестиций и технологий со стороны ключевых партнёров.

Таблица 4. Сценарий 2 (оптимистичный) – доля водорода как энергоисточника

Период	Доля водорода, %	Тип водорода	Производство (тонн/год)
2025–2030	<0,1	«голубой»	50 000–100 000
2031–2040	5–10	«голубой» (50 %), «зелёный» (50 %)	1–2 млн
2041–2050	15–25	«зелёный» (80 %), «голубой» (20 %)	3–8 млн
2051–2060	30–40	«зелёный» (100 %)	до 15 млн

Источники / Sources: [Sisdwinugraha et al. 2025]; [Prasetyo et al. 2025]; [Wijayanto et al. 2025]; [Hesty et al. 2025]; [Permana et al. 2025].

²⁸ Важно уточнить, что речь идёт именно о низкоуглеродном водороде для энергетических нужд. То есть «серый» (производится методом газификации угля) и «голубой» (производится методом паровой конверсии метана) считаются «чистыми» продуктами только в том случае, если установки по их получению оснащены системами улавливания CO₂.

Сопоставление сценариев приводит к выводу о том, что международное сотрудничество Индонезии с государствами БРИКС необходимо. Даже в базовом сценарии страна не сможет осуществить анонсированные планы без инвестиций со стороны зарубежных партнёров и трансфера соответствующих технологий, которые могут быть частично локализованы на территории Индонезии.

Заключение

Внедрение водородной энергетики в Индонезии укладывается в контекст глобального энергетического перехода и усиления роли страны в международной климатической повестке. Обладая значительным потенциалом в области ВИЭ и достаточными запасами природного газа, страна имеет все предпосылки для занятий значимых ниш на формирующемся рынке низкоуглеродного водорода, особенно в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Однако текущее состояние отрасли остаётся на самой ранней стадии развития, обусловленной зависимостью от угля, технологическими и инфраструктурными ограничениями.

В ходе исследования была выявлена доминирующая роль государственных корпораций Pertamina и PLN в развитии водородных проектов, что может оказать содействие политикам, бизнесменам и исследователям других стран в понимании перспектив и особенностей выстраивания отношений с Индонезией в области водородной энергетики.

Кроме того, были представлены два сценария развития отрасли до 2060 г. – базовый и оптимистичный. Их анализ показывает, что в долгосрочной перспективе темпы развития водородной отрасли в Индонезии будут зависеть от способности преодолеть внутренние ограничения и привлечь международные инвестиции на выгодных условиях. Водородная энергетика способна стать драйвером не только энергетического перехода, но и экономического роста страны (особенно в ситуации прогнозируемого снижения мировых цен на углеводороды на 20-30 % от текущих уровней к 2030 г.), укрепляя позиции Индонезии в качестве регионального лидера в широкой области ВИЭ и немаловажного игрока в формирующейся глобальной водородной цепочке создания стоимости [Prasetyo et al. 2025].

Вступление в БРИКС открывает для Индонезии прекрасные возможности, позволяя углублять сотрудничество с государствами-членами объединения в сфере водородных технологий, инвестиций и научных разработок. На дистанции после 2030 г. особый интерес представляет возможное сотрудничество с Россией, которое может включать совместные проекты по «адаптации» водородных технологий к тропическим условиям.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Нормативно-правовые акты, касающиеся отдельных аспектов развития водородной энергетики в Индонезии

Энергетический закон 30/2007	Закон служит основой для энергетической политики Индонезии. Обеспечивает правовую базу для развития водородной энергетики, так как определяет место ВИЭ в энергетическом балансе страны
Закон 19/2003	Закон о государственных предприятиях рассматривает роль национальной энергетической корпорации PLN в реализации проектов по водородной энергетике
МФН 116/2016, 44/2017, 150/2018, 176/PMK.011/2009, 76/PMK.011/2012, 188/PMK.010/2015	Данные постановления Министерства финансового надзора (МФН) определяют налоговые льготы, инвестиционные преференции и финансовую поддержку, под которые также подпадают проекты по водородной энергетике
Постановление Координационного совета по инвестициям 1/2019 с поправками 6/2019	Данный нормативно-правовой акт регулирует иностранные инвестиции, в том числе и в сектор водородной энергетики

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Ерёмин В.В. Четвёртый энергетический переход – барьеры и пути преодоления // Экономика. Налоги. Право. 2023. № 16 (3). С. 35–45. DOI 10.26794/1999-849X-2023-16-3-35-45
- Костюнина Г.М. Водородная энергетика в странах АСЕАН // Российский внешнеэкономический вестник. 2024. № 2. С. 38–54. DOI 10.24412/2072-8042-2024-2-38-54

REFERENCES

- Kostyunina G.M. (2024). Vodorodnaya energetika v stranakh ASEAN [Hydrogen energy in ASEAN countries]. *Rossiyskiy vneshneekonomicheskiy vestnik [Russian Foreign Economic Journal]*, 2: 38–54. (In Russian). DOI 10.24412/2072-8042-2024-2-38-54
- Yeremin V.V. (2023). Chetvyortyy energeticheskiy perekhod – bar’ery i puti preodoleniya [The fourth energy transition – barriers and ways to overcome]. *Ekonomika. Nalogi. Pravo [Economics, Taxes & Law]*, 16 (3): 35–45. (In Russian). DOI 10.26794/1999-849X-2023-16-3-35-45
- * * *
- Aditya I.A., Pratiwi Z.B., Hakam D.F., Kemala P.N. (2025). Green Hydrogen as a Catalyst for Indonesia’s Energy Transition: Challenges, Opportunities, and Policy Frameworks. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 15 (2): 182–194. DOI 10.32479/ijeep.17380
- Adiwibowo P., Hardana H.E. (2024). Unlocking Capability for Green Hydrogen Production through Optimization of Hydropower Plant’s Excess Power. *IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*, February 10: 630–636. DOI 10.1109/ECCE55643.2024.10861544

- Amin M., Shah H.H., Fareed A.G., Wasim U.K. (2022). Hydrogen Production through Renewable and Non-renewable Energy Processes and Their Impact on Climate Change. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47 (77): 33112–33134. DOI 10.1016/j.ijhydene.2022.07.172
- Apriliyanti I.D., Nugraha D.B., Kristiansen S., Overland I. (2024). To Reform or not Reform? Competing Energy Transition Perspectives on Indonesia's Monopoly Electricity Supplier Perusahaan Listrik Negara (PLN). *Energy Research & Social Science*, 118 (103797): 2–12. DOI 10.1016/j.erss.2024.103797
- Bhirowo H., Tambunan H. et al (2025). Analyzing the Adoption of Hybrid Electric and Hydrogen Vehicles in Indonesia: A Multi-Criteria and Total Cost of Ownership Approach. *Cleaner Engineering and Technology*, 24 (100893): 2–17. DOI 10.1016/j.clet.2025.100893
- Hesty N.W., Aminuddin, Supriatna N.K. et al. (2025). Unlocking Development of Green Hydrogen Production through Techno-Economic Assessment of Wind Energy by Considering Wind Resource Variability: A Case Study. *International Journal of Hydrogen Energy*, 138: 1249–1262. DOI 10.1016/j.ijhydene.2024.09.294
- Permana C.T., Handoko C.T., Gomonov K. (2025). Hydrogen's Potential and Policy Pathways for Indonesia's Energy Transition: The Actor-Network Analysis. *Unconventional Resources*, 6 (100175): 2–15. DOI 10.1016/j.uncre.2025.100175
- Prasetyo S., Trisnoaji Yu., Arifin Z., Mahadi A. (2025). Harnessing Unconventional Resources for Large-Scale Green Hydrogen Production: An Economic and Technological Analysis in Indonesia. *Unconventional Resources*, 6 (100174): 2–18. DOI 10.1016/j.uncre.2025.100174
- Sidwinugraha A.P., Hapsari A., Wijaya F. et al. (2024). *Indonesia Energy Transition Outlook 2025*. Jakarta: Institute for Essential Services Reform. 103 p. URL: <https://iesr.or.id/wp-content/uploads/2024/12/Indonesia-Energy-Transition-Outlook-2025-Digital-Version.pdf> (accessed: Jun 20, 2025).
- Wijayanto T., Hakam D.F., Kemala P.N. (2025). Vision for Indonesia's 2050 Power Generation: Scenarios of Hydrogen Integration, Nuclear Energy Prospects, and Coal Phase-Out Impact. *Sustainable Futures*, 9 (100438): 2–18. DOI 10.1016/j.sftr.2025.100438

Поступила в редакцию:

23.06.2025

Received:

Jun 23, 2025

Принята к публикации:

07.07.2025

Accepted:

Jul 7, 2025