

---

# МИРОВАЯ ЭКОНОМИКА И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ

## Общие вопросы

---

УДК 330.34+339.97+608(088.8)(1-6 БРИКС)(045)  
DOI 10.31249/espr/2025.01.01

О.А. Теплова, О.А. Румянцева\*

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ ЭНЕРГОПЕРЕХОДА В СТРАНАХ БРИКС: АНАЛИЗ ПАТЕНТНЫХ ДАННЫХ И МЕХАНИЗМОВ ПОДДЕРЖКИ

**Аннотация.** Главной целью статьи является оценка патентной активности стран БРИКС в области возобновляемых источников энергии и «вспомогательных» технологий на основе данных международных организаций. Обсуждаются также выборочные механизмы поддержки данной активности. Отмечается, что Бразилия, Россия, Индия, Китай и ЮАР ведут разработки в области всего спектра возобновляемых источников энергии, но каждая из стран имеет свою специализацию. Результаты проведенного исследования показывают, что Китай является абсолютным лидером в патентовании рассматриваемых технологий, таких как энергонакопители, «умные» энергосети и «зеленый» водород. С одной стороны, это дает ему значительное преимущество, в том числе на мировой арене, но с другой – создает разрыв с остальными участниками объединения, которые уделяют больше внимания внутренней повестке по энергопереходу. Инвестиции в НИОКР, скоординированные меры поддержки, механизмы обмена технологиями между странами БРИКС и укрепление международного сотрудничества способствуют преодолению этого разрыва.

---

\* **Теплова Ольга Александровна**, руководитель направления по устойчивому развитию, научный сотрудник Исследовательского центра энергетической политики и международных отношений (ИЦ ЭНЕРПО) Европейского университета (Санкт-Петербург); [oteplova@eu.spb.ru](mailto:oteplova@eu.spb.ru)

**Теплова Olga A.**, a Lead Researcher at the Research Center for Energy Policy and International Relations (ENERPO), European University at Saint Petersburg (Russia); [oteplova@eu.spb.ru](mailto:oteplova@eu.spb.ru)

**Румянцева Ольга Александровна**, независимый эксперт в области энергетики (со-автор части по водородным технологиям); [olga.a.rumyantseva@gmail.com](mailto:olga.a.rumyantseva@gmail.com).

**Rumyantseva Olga A.**, independent expert in the field of energy (co-author of the section on hydrogen technologies; [olga.a.rumyantseva@gmail.com](mailto:olga.a.rumyantseva@gmail.com)

**Ключевые слова:** энергопереход; страны БРИКС; возобновляемые источники энергии; патенты; энергонакопители; «зеленый» водород; «умные» сети.

**Для цитирования:** Теплова О.А., Румянцева О.А. Технологические приоритеты энергоперехода в странах БРИКС: анализ патентных данных и механизмов поддержки // Экономические и социальные проблемы России. – 2025. – № 1. – С. 15–33.

**O.A. Teplova, O.A. Rumyantseva**  
**Technological priorities for energy transition in BRICS countries:**  
**analysis of patent data and support mechanisms**

**Abstract.** The main objective of the article is to assess the patent activity of the BRICS countries in the field of renewable energy sources and «supporting» technologies based on data from international organizations. Selected mechanisms for supporting this activity are also discussed. It is noted that Brazil, Russia, India, China and South Africa are developing the entire spectrum of renewable energy sources, but each country has its own specialization. The results of the study show that China is the absolute leader in patenting the technologies in question, such as energy storage devices, smart energy grids and green hydrogen. On the one hand, this gives it a significant advantage, including on the global stage, but on the other hand, it creates a gap with other members of the association, which pay more attention to the domestic energy transition agenda. Investments in R&D, coordinated support measures, technology exchange mechanisms between BRICS countries and strengthening international cooperation help to overcome this gap.

**Keywords:** energy transition; BRICS countries; renewable energy; patents; batteries; green hydrogen; smart grids.

**For citation:** Teplova O.A., Rumyantseva O.A. Technological priorities for energy transition in BRICS countries: analysis of patent data and support mechanisms // Economic and Social Problems of Russia. – 2025. – N 1. – P. 15–33.

## **Введение**

Изучение инновационной активности стран БРИКС в сфере возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и «вспомогательных» технологий позволяет выявить возможности коммерциализации соответствующих инноваций в секторе электроэнергетики, а также направления расширения международного сотрудничества и укрепления позиций стран БРИКС на глобальном рынке «зеленых» технологий. Кроме того, понимание стратегических направлений НИОКР может послужить катализатором инновационных циклов, необходимых для достижения других целей в странах БРИКС, например по снижению объемов выбросов парниковых газов.

Следует отметить, что в число пяти государств – крупнейших эмитентов парниковых газов входят две страны из блока БРИКС – Китай и Индия, которые занимают первую и третью позиции в списке, соответственно [CO<sub>2</sub> Total ... , 2024]. Это накладывает на межправительственное объединение особые обязательства по борьбе с изменениями климата, в том числе путем снижения объемов выбросов в электроэнергетике, на которую приходится их большая часть по сравнению с другими секторами экономики. Высокая зависимость от углеводородов для выработки электроэнергии в этих странах предполагает ускоренное внедрение «зеленых» технологий в энергетике и необходимость сотрудничества стран БРИКС по этим вопросам.

Укрепление сотрудничества в сфере изменения климата обозначено как в Стратегии экономического партнерства БРИКС до 2025 года [Стратегия ... , 2020], так и в последних документах по итогам встреч представителей стран БРИКС. В совместном заявлении министров иностранных дел стран БРИКС по итогам совещания в Нижнем Новгороде в 2024 г. был сделан акцент на необходимости ускорения трансфера развитыми государствами недорогих климатических технологий на доступной основе [Мониторинг ... , 2024].

В Декларации, принятой по итогам саммита стран БРИКС в Казани в 2024 г., заявлено о намерениях «укреплять сотрудничество по целому ряду решений и технологий, способствующих сокращению и улавливанию выбросов парниковых газов» [Казанская декларация ... , 2024]. Кроме того, в документе отмечена «важность адаптации и необходимость выделения достаточных средств для ее осуществления, прежде всего в том, что касается финансовых ресурсов, передачи технологий и наращивания потенциала». С учетом особенностей экономического и технологического развития для каждой из стран БРИКС можно найти наиболее подходящее направление такого сотрудничества, которое приведет к оптимальному решению климатических задач, актуальных для конкретной страны.

Считается, что до 2030 г. основная часть сокращения выбросов CO<sub>2</sub> будет обеспечена за счет существующих технологий, но снижение выбросов на 50% к 2050 г. станет возможным лишь благодаря развитию новых «зеленых» технологий, которые в настоящее время находятся на стадии экспериментов, демонстраций или прототипов [Energy Technology ... , 2023]. Вывод новых «зеленых» технологий на рынок требует времени – инновационный процесс от прототипа до коммерциализации обычно занимает от 20 до 70 лет [Energy Technology..., 2023]. Чем амбициознее сценарий по снижению выбросов, тем больше необходимость задействовать различные механизмы поддержки для ускорения инновационного процесса. Например, сценарий Международного энергетического агентства (МЭА или IEA), направленный на достижение чистого нулевого уровня выбросов (Net Zero Emissions, NZE), предполагает сокращение инновационных циклов, в том числе за счет повышения коммерческой выгоды от «зеленых» технологий в секторе энергетики.

Одним из инструментов, дающих возможность реализовать коммерческий потенциал «зеленых» технологий на горизонте до 20 лет, является получение патента (или международного патентного семейства на одно изобретение). Патентование дает возможность коммерциализировать инновационные разработки за счет трансфера «зеленых» технологий и их лицензирования. Укрепляя свои позиции на международных рынках «зеленых» технологий, участники из разных стран стремятся подать заявку на патент как в национальное ведомство, так и в ведомства зарубежных юрисдикций. Подобный шаг дает им возможность не только защитить свои права на интеллектуальную собственность, но и усилить конкурентоспособность на зарубежных рынках, активизировать международное сотрудничество и переток технологий, необходимый для энергоперехода. В этой связи важно понимать, какие страны обладают собственным инновационным потенциалом и диверсифицированным патентным портфелем как для «озеленения» национального сектора электроэнергетики, так и для выхода на зарубежные рынки.

В фокусе настоящей статьи находятся страны БРИКС (Бразилия, Россия, Индия, Китай и Южно-Африканская Республика), без учета новых членов межгосударственного объединения, присоединившихся в 2024 г., как представляющие наибольший интерес с точки зрения российских интересов.

### **Методологический подход и область исследований**

Весомый вклад в развитие системы знаний о «зеленых» технологиях вносят отчеты МЭА и Европейского патентного ведомства (ЕПВ), которые систематизируют патентные данные по ключевым технологиям: энергонакопителям [Innovation in..., 2020], водородным технологиям [Hydrogen patents..., 2023], «умным» сетям (технологии smart grid) [A Global Review..., 2024] и технологиям энергоперехода [Patents and..., 2021]. Эти отчеты акцентируют внимание на важности изучения мирового патентного ландшафта и международного сотрудничества для достижения целей низкоуглеродного развития<sup>1</sup>, но не затрагивают такие межправительственные объединения, как БРИКС. Пониманию региональных особенностей инновационного развития способствуют исследования отечественных структур, например совместная работа НИУ ВШЭ и ИЦ ЭНЕРПО, в которой показана связь финансовых показателей энергокомпа-

---

<sup>1</sup> Низкоуглеродное развитие – это стратегия экономического роста, которая направлена на снижение выбросов парниковых газов, в первую очередь углекислого газа (CO<sub>2</sub>), за счет перехода к более экологически чистым и энергоэффективным технологиям. Основная цель такого развития – минимизировать воздействие человеческой деятельности на климат и снизить зависимость от ископаемых источников энергии, таких как уголь, нефть и газ. – *Прим. ред.*

ний стран БРИКС с их углеродным профилем<sup>1</sup> и наличием патентов, в том числе на технологии использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [Makeeva, Popov, Teplova, 2024].

С целью расширения области исследования данной темы настоящая статья уделяет внимание развитию двух технологических направлений стран БРИКС: технологиям выработки энергии из возобновляемых источников и «обеспечивающим» (или «вспомогательным») технологиям, которые повышают способность энергосистемы к интеграции ВИЭ, а также содействуют эффективной выработке «зеленой» электроэнергии. Наиболее часто в определение «вспомогательных» технологий включаются системы энергонакопителей, «зеленый» водород, «умные» сети, электротранспорт и технологии улавливания, использования и хранения углерода – CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage), но список может варьироваться в зависимости от рассматриваемых источников<sup>2</sup>. Для выявления лидеров и оценки инновационной динамики, патентного профиля и уровня его диверсификации в странах БРИКС использовались данные Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA INSPIRE) с акцентом на энергонакопителях, «зеленом» водороде и «умных» сетях. Данные включают количество новых патентов, зарегистрированных за указанный год.

Также важно учитывать, что данные IRENA INSPIRE охватывают значительный объем патентов в сфере ВИЭ и «вспомогательных» технологий, но не носят исчерпывающего характера. При анализе данных следует иметь в виду наличие временного лага между датой регистрации и датой публикации с последующим внесением в патентный реестр. По этой причине информация за последние два года (включая 2022 г.) может быть неполной, и в большинстве случаев в рамках настоящей статьи не рассматривается.

Относительно патентных данных стран БРИКС по технологиям ВИЭ необходимо отметить, что они были получены в ходе двух этапов исследования ИЦ ЭНЕРПО совместно с патентным бюро APC-Патент, проведенных осенью 2021 и 2023 гг.<sup>3</sup>, и представлены на V Международном Муниципальном форуме БРИКС+ [Титов, Ощепков, Теплова, 2023]. В настоящей статье приводятся краткие выводы по полученным результатам. В целях

---

<sup>1</sup> Углеродный профиль – это количественная характеристика выбросов парниковых газов (преимущественно углекислого газа, CO<sub>2</sub>), связанных с определенным объектом, процессом, продуктом или организацией. Он отражает объем выбросов на всех этапах жизненного цикла и помогает оценить вклад в изменение климата. – *Прим. ред.*

<sup>2</sup> Для целей написания статьи и выбора конкретных «вспомогательных» технологий рассматривались определения МЭА, ЕПВ, агентства IRENA INSPIRE.

<sup>3</sup> Данные получены с помощью поисковой системы Европейского патентного ведомства (Espacenet patent search) в объеме библиографии документов из совместимых баз данных национальных ведомств (а именно: <https://www.epo.org/searching-for-patents/technical/patent-additions.html>).

создания более полного технологического профиля для каждой из стран БРИКС методология исследования включала также изучение национальных приоритетов, которые нашли свое отражение в механизмах поддержки и программах развития «зеленых» технологий в сфере энергетики.

### Патентный профиль стран БРИКС по технологиям ВИЭ

В совместном исследовании ЕПВ и МЭА отмечалось, что количество патентов международного значения в области низкоуглеродных технологий для сектора энергетики в последние два десятилетия (2000–2019 гг.) последовательно росло [Patents and ... , 2021]. Исключение составляет короткий период спада с 2014 по 2016 г. В свою очередь, количество патентов, связанных с технологиями ВИЭ, сокращается с 2012 г., что отражает определенную зрелость рынка некоторых из этих технологий, прежде всего солнечных PV-систем (фотовольтаика). Технологии ВИЭ, которые были запатентованы до 2012 г., большей частью уже находятся на стадии коммерциализации и применяются для реализации энергетических проектов. Зрелость рынка PV-технологий позволила половине стран – участниц Парижского соглашения (49%) включить их в свои определяемые на национальном уровне вклады (ОНУВ, NDC)<sup>1</sup> до 2030 г. как доступный инструмент для достижения страновых целей по сокращению выбросов парниковых газов. Стоимость такого снижения составила меньше 20 долл. за тонну CO<sub>2</sub>-экв [Climate Action Report, 2022].

Результаты совместного исследования ИЦ ЭНЕРПО с патентным бюро APC-Патент показывают вовлеченность всех стран БРИКС в процесс формирования патентного ландшафта в сфере ВИЭ. Однако каждая из стран делает акцент на тех технологиях, которые в большей степени отвечают их ресурсной базе и стратегическим целям. Рассмотрим более подробно распределение семейств патентных публикаций по трем ведущим подгруппам в основной группе Совместной патентной классификации (СПК) Y02 E10 («Генерация на основе ВИЭ») в странах БРИКС.

*Бразилия.* Страна демонстрирует инновационный потенциал в ветровой энергетике, о чем свидетельствует доминирующее число патентов в категории Y02 E10/72 (ветровые турбины с осью вращения по направлению ветра). Второе место отдано технологиям в сфере гидроэнергетики (Y02 E10/20), что объясняется традиционно значительными масштабами использования водных ресурсов для электрогенерации. Третье место занимают солнечные PV-системы (Y02 E10/50).

---

<sup>1</sup> ОНУВ – это Определяемые на национальном уровне вклады (от англ. Nationally Determined Contributions, NDCs). Это ключевой элемент Парижского соглашения по климату, принятого в 2015 г. ОНУВ представляют собой обязательства каждой страны – участницы соглашения по сокращению выбросов парниковых газов и адаптации к изменению климата. – *Прим. ред.*

В технологическом профиле *России* в области ВИЭ доминируют технологии гидроэнергетики, на что указывает лидирующая позиция категории Y02 E10/20. Характер профиля обусловлен обилием водных ресурсов, а также большим количеством гидроэлектростанций, действующих в стране со времен Советского Союза. Россия также поддерживает ветровую энергетику, активно регистрируя патенты в категории Y02 E10/72 (турбины с осью вращения по направлению ветра) и Y02 E10/74 (турбины с перпендикулярной осью вращения).

*Индия* демонстрирует более сбалансированный подход к развитию ВИЭ, но доминирующие позиции все же занимает ветровая энергетика, прежде всего категории Y02 E10/72 (ветровые турбины с осью вращения по направлению ветра). На втором месте по числу патентов находятся солнечные PV-системы (Y02 E10/50), на третьем месте – солнечная тепловая энергия (Y02 E10/40), в том числе благодаря национальным программам поддержки, таким как «Национальная миссия по солнечной энергии» (Jawaharlal Nehru National Solar Mission) [Jawaharlal Nehru ... , 2021].

*Китай* лидирует среди стран БРИКС по числу патентов в области солнечных PV-панелей (Y02 E10/50), что обусловлено значительными государственными инвестициями и крупными производственными мощностями в этой сфере. Ветроэнергетика представлена категориями Y02 E10/72 (турбины с осью вращения по направлению ветра) и Y02 E10/74 (турбины с перпендикулярной осью вращения), которые занимают второе и третье место соответственно. Китай демонстрирует наиболее диверсифицированный и проактивный подход к инновационной деятельности в области ВИЭ, что выделяет его не только среди стран БРИКС, но и делает мировым лидером в данном направлении.

*Южно-Африканская Республика* сосредотачивает усилия на развитии ветровой и солнечной энергетики. Первое место занимает ветроэнергетика (Y02 E10/72), а второе – солнечные PV-панели (Y02 E10/50), что обусловлено высокой солнечной радиацией на большей части территории страны. На третьем месте расположена солнечная тепловая энергия (Y02 E10/40).

Несмотря на бурное развитие технологий ВИЭ, их интеграция в энергетические системы стран вызывает ряд сложностей, которые препятствуют более широкому распространению ВИЭ. К таким проблемам можно отнести нестабильность выработки электроэнергии, вопросы управления гибкостью энергосистемы и взаимосвязи с водородными технологиями, а также ограничения инфраструктурных возможностей для накопления и хранения энергии [Research and Innovation ... , 2024].

Производительность ВИЭ во многом определяется изменчивыми факторами, такими как погодные условия и время суток. Для решения проблем с нестабильной выработкой электроэнергии применяются прогнозные модели, в том числе на основе искусственного интеллекта (ИИ), а также совмещение технологий ВИЭ с энергонакопителями. Кроме того, нерегулярная выработка и децентрализованный характер энергосистем с большой

долей ВИЭ диктуют необходимость перераспределять электроэнергию за счет развития систем управления. Технологии «умных» сетей (smart grids) повышают гибкость энергетической системы благодаря применению цифровых методов. Они обеспечивают регулирование нагрузки в энергосетях и обеспечивают обмен энергией и информацией между производителями и потребителями.

Не следует также забывать, что ВИЭ являются драйвером в развитии водородной экономики<sup>1</sup>. Производство «зеленого» водорода, которое происходит путем электролиза воды с использованием ВИЭ, позволяет сгладить колебания в генерации на основе ВИЭ и обеспечить долгосрочное хранение электроэнергии. В свою очередь, развитие технологий «зеленого» водорода зависит от инвестиций в НИОКР (с целью увеличить эффективность электролиза), а также от вложений в создание водородной инфраструктуры<sup>2</sup> [Research and Innovation ... , 2024].

Для решения обозначенных задач необходимы существенные инвестиции в НИОКР и меры государственной поддержки, а также понимание инновационного потенциала и патентных профилей стран БРИКС в контексте вышеуказанных «вспомогательных» технологий – энергонакопители, «умные» сети и «зеленый» водород. Системный подход, основанный на международном сотрудничестве, поможет преодолеть существующие проблемы и обеспечить постепенный и справедливый переход к возобновляемой энергетике в странах БРИКС.

### **Патентный профиль стран БРИКС по «вспомогательным» технологиям**

«Обеспечивающие» или «вспомогательные» технологии играют все более важную роль в энергетическом переходе, объединяя различные низкоуглеродные энергетические решения. Данная категория патентов демонстрирует наиболее высокие темпы роста, увеличив свою долю с 27% всех патентных семейств низкоуглеродной энергетики в 2000 г. до 34% в 2019 г. [Patents and ... , 2021]. Следует отметить, что мировыми лидерами в области таких «вспомогательных» технологий, как энергонакопители, являются Япония и Южная Корея, а страны ЕС от них значительно отстают.

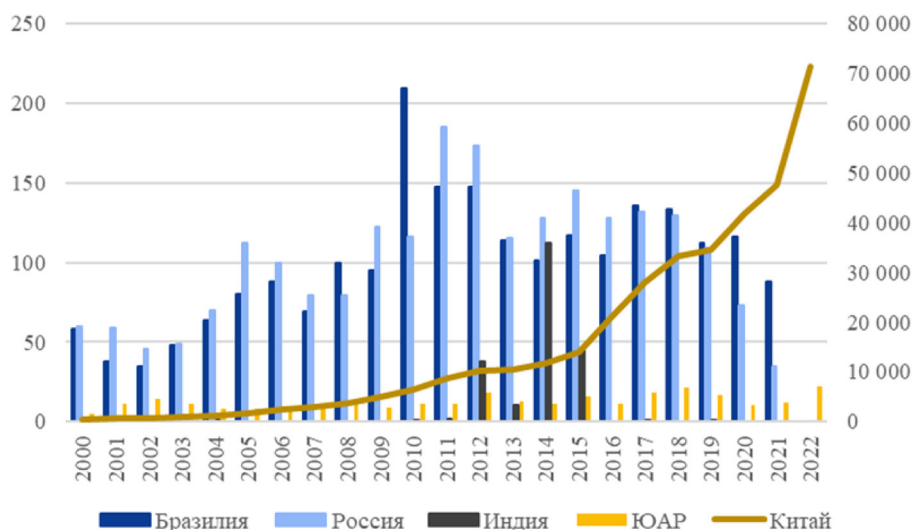
---

<sup>1</sup> Водородная экономика – это концепция экономической системы, в которой водород используется как основной источник энергии, заменяя ископаемые виды топлива (уголь, нефть и газ). Цель водородной экономики – снизить выбросы парниковых газов и перейти к более устойчивой и экологически чистой энергетике. – *Прим. ред.*

<sup>2</sup> Водородная инфраструктура – это комплексная система производства, хранения, транспортировки и использования водорода в качестве источника энергии. Она включает в себя различные технологические и логистические элементы, обеспечивающие переход к водородной экономике. – *Прим. ред.*

**Инновационный потенциал аккумуляторных технологий в странах БРИКС.** Энергонакопители открывают возможности как для развития производства электромобилей, так и для внедрения технологий ВИЭ в энергетическую систему. Данные технологии представляют собой электрохимическое аккумулирование, которое основывается на химических реакциях для накопления и высвобождения энергии. В настоящее время в наибольшей степени отработано производство литий-ионных аккумуляторов (Lithium-ion batteries), которые получили самое широкое распространение, а также свинцово-кислотных аккумуляторов (Lead-acid batteries) и натрий-ионных аккумуляторов (Sodium-ion batteries), используемых в качестве альтернативы литиевым аккумуляторам [New Energy Storage ... , 2023].

До 2018 г. половина всех патентных семейств в сфере электрохимических аккумуляторов принадлежала японским и корейским компаниям (Panasonic, Toyota, Samsung и LG) [Innovation in ... , 2020], а остальные – в основном европейским странам и США. Однако уже в 2018 г., Китай почти догнал Европу и сравнялся с США по количеству патентных семейств в этой сфере [Innovation in ... , 2020]. Высокие темпы роста позволяют Китаю в перспективе выйти на лидирующие позиции не только по объему патентного портфеля, но и по установленным мощностям. Согласно прогнозам МЭА, к 2026 г. Китай догонит своих конкурентов и может стать основным игроком по установленной мощности электрохимических аккумуляторов, заняв долю в 22% от общего мирового объема [New Energy Storage ... , 2023]. Это позволит Китаю встать почти вровень со странами ЕС и обогнать США.



**Рис. 1.** Число зарегистрированных патентов в категории  
«Энергонакопители»

Источник: составлено авторами на основе данных: [RE Technology Patents ... , 2024].

Подобные достижения подчеркивают вклад Китая в глобальный энергопереход и говорят о реализованном инновационном потенциале, развитии патентном ландшафте, понимании стратегического значения этих технологий.

Китай играет роль безусловного лидера и основного патентообладателя в области энергонакопителей среди стран БРИКС. Как показано на рис. 1<sup>1</sup>, патентная активность в этом сегменте значительно возросла после 2015 г., что совпадает со стремительным ростом рынка мощностей на основе ВИЭ и мощностей по производству аккумуляторов для электротранспорта [Gong, Hansen, 2023]. Основной упор как в области патентов, так и в коммерческом производстве Китай делает на литий-ионных аккумуляторах, которые широко применяются в упомянутых секторах. Увеличение числа патентов в сегменте аккумуляторных технологий с 13 920 в 2015 г. до 71 263 в 2022 г. во многом обусловлено высокими темпами наращивания производства электротранспорта.

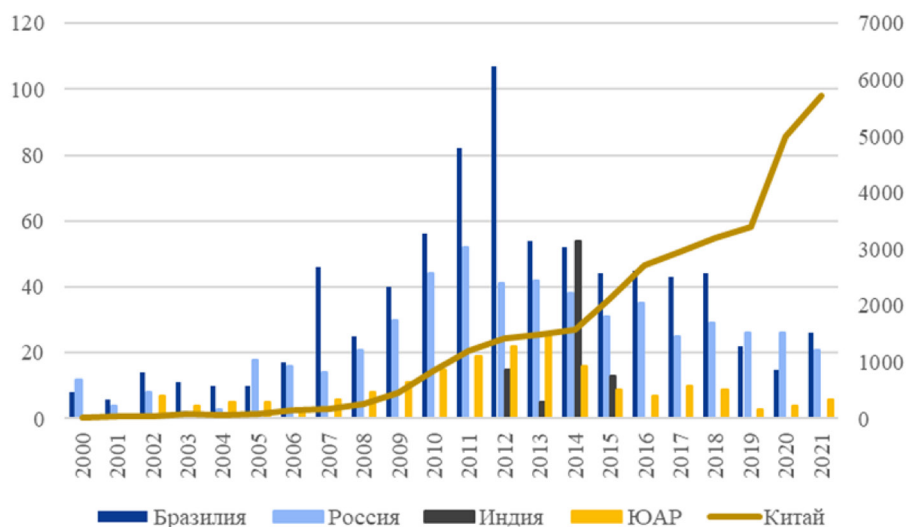
К 2018 г. Китай обладал почти четвертью патентов, относящихся к аккумуляторным электромобилям, уступая лишь Японии [Driving a green ... , 2021]. Успехов в инновационной деятельности помогла достичь программа «Сделано в Китае 2025» (Made in China 2025), одной из приоритетных целей которой было повышение уровня локализации в производстве аккумуляторных технологий, а также стимулирование спроса на электромобили [Driving a green ... , 2021]. В рамках еще одного стратегического направления, национальной программы «План развития новых энергетических технологий» (New Energy Technology Development Plan), Китай ведет разработки и осуществляет внедрение не только литий-ионных аккумуляторов, но и водородных технологий [Guide to Chinese climate ... , 2022]. Государство оказывает поддержку исследовательским проектам и практическому применению энергонакопителей в промышленности, используя широкий набор инструментов, включая гранты, субсидии и развитие инновационных кластеров.

Другие страны БРИКС (Россия, Индия, Бразилия и Южная Африка) проявляют существенно меньшую инновационную активность в этом направлении. В Бразилии количество новых патентов в сфере аккумуляторных технологий не превышает пикового значения 2010 г. в 209 единиц, а в России наибольшее за исследуемый период количество в 185 патентов было достигнуто в 2011 г. В Индии и ЮАР число патентов в области энергонакопителей еще более ограничено. Представляется, что дальнейший прогресс в странах БРИКС зависит от комплексного подхода, объединяющего энергонакопители с другими ключевыми «вспомогательными» технологиями.

---

<sup>1</sup> Количественные значения по зарегистрированным патентам, принадлежащим Китаю, отражаются во всех разделах статьи по вспомогательной оси.

**Инновационный потенциал технологий управления энергосетями («умные» сети) в странах БРИКС.** Патентная активность в сфере технологий «умных» сетей (т.е. сетей, модернизированных за счет цифровых методов для более эффективного управления и мониторинга за процессом передачи электроэнергии от генерирующих мощностей к потребителям) сосредоточена в странах Восточной Азии, в особенности в Японии и Китае, на долю которых приходится более половины всех изобретений в данной области [A Global Review ... , 2024]. Этот регион сохраняет лидерство с 2007 г., что свидетельствует о географическом сдвиге технологического развития от Европы и Северной Америки к Азии.



**Рис. 2** Число зарегистрированных патентов в категории «умные» сети  
Источник: составлено авторами на основе данных [RE Technology Patents ... , 2024].

Руководство Китая решительно поддерживает развитие технологий «умных сетей», что находит свое отражение в патентной активности. С 2014 г. в стране наблюдается скачкообразное повышение числа новых патентов в этой сфере, что свидетельствует о стремлении КНР улучшить эффективность энергетической системы страны и ее способность адаптироваться к переменным нагрузкам (рис. 2). Второй скачок роста числа патентов пришелся на 2019 г., в котором стартовала реализация программы «State Grid» с фокусом на цифровизацию энергосистемы страны. Кроме того, Тринадцатый пятилетний план на 2016–2020 гг. включал повестку по модернизации энергосистемы Китая за счет внедрения «умных» сетей [Социально-экономические итоги ... , 2021].

Финансовую поддержку развития технологий «умных» сетей во многом осуществляет Государственная сетевая корпорация Китая (State Grid Corporation of China), которая внедряет инновационные подходы к прогнозированию и управлению спросом [The state grid ... , 2020]. Помимо этого, научные центры в Китае прорабатывают решения в сфере ИИ для прогнозирования нагрузки и повышения стабильности и гибкости сетевой инфраструктуры.

Другие страны БРИКС демонстрируют значительно меньший интерес к развитию технологий «умных» сетей по сравнению с Китаем. Например, в 2010–2011 гг. в Бразилии была запущена программа «Smart Grid Deployment Program», которая предусматривала внедрение цифровых технологий и интеграцию распределенной генерации, что частично обусловило рост количества патентов в области технологий «умных» сетей и их пиковое значение в 2012 г. [Dranka, Ferreira, 2020]. Среди основных мер современной государственной поддержки развития технологий мониторинга и управления спросом в Индии можно выделить программы «Smart Cities» и «Smart Grid Mission», в рамках которых стимулируется исследовательская деятельность и сотрудничество с международными партнерами [National Smart ... , 2022].

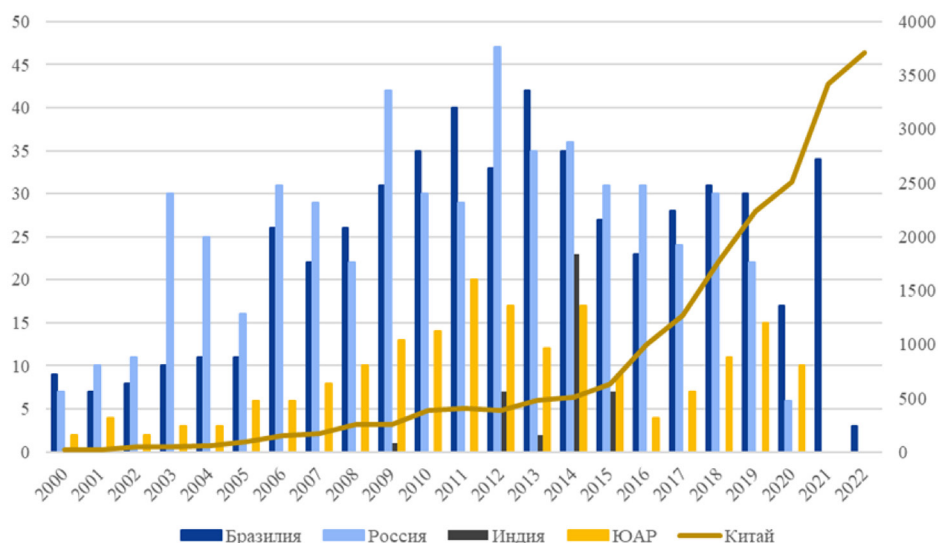
**Инновационный потенциал «зеленого» водорода в странах БРИКС.** По данным ежегодного отчета МЭА о перспективах развития мировой энергетики и достижения целей энергетического перехода, в 2023 г. в мире было произведено 97 млн т водорода. Из них – менее 100 тыс. т «зеленого» водорода<sup>1</sup>, произведенного в основном в Китае, где в 2023 г. введено в эксплуатацию почти 80% от общемирового объема мощностей по его производству [World Energy Outlook, 2024]. Согласно оценкам МЭА, к 2030 г. ожидается значительный рост объемов производства «зеленого» водорода [Global Hydrogen Review, 2024]. Эти цифры и прогнозы говорят, с одной стороны, о необходимости оказывать поддержку инновационным разработкам, направленным на производство именно данного вида водорода. С другой стороны, о возрастающей роли Китая в контексте развития водородных технологий для осуществления энергоперехода.

Анализ динамики зарегистрированных патентов в сфере «зеленого» водорода в странах БРИКС свидетельствует о существенных различиях в уровнях и темпах развития данных технологий (рис. 3).

Бесспорным лидером по патентной активности в сфере «зеленого» водорода среди стран БРИКС является Китай, где в период с 2016 по 2022 гг. наблюдается значительный рост числа зарегистрированных патентов (с 1001 до 3712 соответственно). Данный рост во многом обусловлен государственной поддержкой научных исследований в этом направлении, развитием водородной инфраструктуры и реализацией национальных целей по достижению углеродной нейтральности. Целый ряд принятых в стране официальных документов направлен на создание водородной

---

<sup>1</sup> «Зеленым» называют водород, произведенный путем электролиза воды с помощью электричества, полученного из возобновляемых источников (солнца, ветра и т.д.).



**Рис. 3.** Число зарегистрированных патентов в категории «зеленый» водород (т.е. полученный путем электролиза воды)

Источник: составлено авторами на основе данных: [RE Technology Patents ... , 2024].

инфраструктуры и поддержку «зеленого» водорода, в том числе «Средне- и долгосрочный план развития водородной энергетики на 2021–2035 гг.» Китая, который предполагает создание до 2035 г. диверсифицированной экосистемы водородной энергетики, включая транспорт, хранение энергии и другие сферы. Его реализации должен способствовать Закон об энергетике КНР, вступающий в силу с 2025 г. [ICIS INSIGHT ... , 2024]. Китай формирует основу как для национального, так и для глобального лидерства в области водородных технологий, являясь абсолютным чемпионом по числу зарегистрированных патентов этой категории среди стран БРИКС.

Остальные страны БРИКС существенно отстают в развитии патентного ландшафта технологий, необходимых для энергоперехода, включая «зеленый» водород. В России максимальное количество зарегистрированных патентов в этой сфере было достигнуто в 2012 г. (47 патентов), после чего наблюдается постепенное снижение патентной активности. Начиная с 2021 г. данные отсутствуют, что объясняется как экономическими ограничениями в период вспышки коронавирусной инфекции, так и санкционным режимом.

Направления развития отечественной водородной индустрии определены в документах, принятых в 2021–2023 гг.: Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации; Стратегия социально-экономического развития страны с низким уровнем выбросов парниковых газов

до 2050 года; Дорожная карта развития высокотехнологичного направления «Водородная энергетика»; Стратегия развития автомобильной промышленности РФ до 2035 г. В рамках реализации поставленных в них задач ГК «Росатом» и ее подразделения (АО «Русатом Оверсиз», АО «Концерн Росэнергоатом» и др.) разрабатывают решения по производству и поставкам низкоуглеродного водорода<sup>1</sup>, декарбонизации промышленных предприятий и созданию заправочной инфраструктуры [Атомно-водородная ... , 2024; Водородные технологии ... , 2024].

Бразилия, как и Россия, характеризуется умеренной вовлеченностью в инновационную деятельность по направлению производства «зеленого» водорода. Максимальное значение зарегистрированных патентов зафиксировано в 2013 г. (42 патента), после которого наблюдаются колебания уровней и второй пик в 2021 г. (34 патента). Повышению интереса к технологиям в сфере производства «зеленого» водорода в Бразилии способствует недавно принятый закон № 14.498/2024, который предусматривает ряд преференций для его производителей [ANP Takes ... , 2024]. Кроме того, национальная программа развития низкоуглеродного водорода включает возможности распределения кредитов в размере около 3 млрд долл. в период с 2028 по 2032 г. для финансирования перехода на возобновляемую энергетику и использование «зеленого» водорода [Brazil Towards ... , 2024]. В Бразилии активно развивается сотрудничество национальных и зарубежных компаний, которые разрабатывают пилотные проекты в данной сфере, в том числе в портах Асу и Песем [Shell to pilot ... , 2022; Green Hydrogen... Brazil, 2024]. Среди последних сделок можно выделить совместный проект SEFE (ФРГ), Eletrobras (Бразилия) и EnerTech (Кувейт) по производству «зеленого» водорода в целях его поставок в Германию в объеме 200 тыс. т в год начиная с 2030 г. [German SEFE ... , 2024]. Все эти шаги и международные проекты создают в Бразилии базовые условия для поддержания инновационной деятельности по направлению «зеленого» водорода.

Индия, несмотря на многостороннюю поддержку глобальной повестки в области энергоперехода, демонстрирует ограниченную патентную активность в сфере «зеленого» водорода. В период с 2012 по 2015 гг. здесь было зарегистрировано лишь 39 патентов, 23 из которых пришлось на 2014 г. В то же время «Национальная миссия по “зеленому” водороду», одобренная в начале 2023 г. правительством Индии, предусматрива-

---

<sup>1</sup> Низкоуглеродным называют водород, полученный из ископаемых видов топлива с применением технологий улавливания углекислого газа, пиролиза углеводородного сырья (получение водорода и одновременно элементарного углерода) и аналогичных технологий. Низкоуглеродным также считают водород, полученный методом паровой конверсии природного газа с использованием тепловой энергии атомной станции и обеспечением улавливания углекислого газа; методом электролиза воды с использованием электроэнергии атомной электростанции, гидроэлектростанции, возобновляемых источников энергии; или же, если его углеродный след компенсирован за счет реализации проектов в области нейтрализации негативных последствий изменения климата.

ет комплекс мероприятий и программ стимулирования его производства, планируемого на уровне 5 млн т в год к 2030 г. [National Green Hydrogen Mission, 2024]. Активная роль в развитии отрасли принадлежит группе ACME – производство в г. Биканер (штат Раджастан) с использованием солнечной электростанции [Green Hydrogen... India, 2024]. Изучаются варианты осуществления других производственных проектов, в том числе с целью экспорта, а также создания водородных экосистем в сотрудничестве с зарубежными партнерами (партнерство Adani Group с французской компанией TotalEnergies SE и австралийской Cavendish Renewable Technology, CRT) [Green Hydrogen... India, 2024].

Южно-Африканская Республика отстает по уровню патентной активности от других стран БРИКС. Число патентов в сфере «зеленого» водорода не превышает отметку 20 патентов в год. Однако, согласно инвестиционному плану «Справедливый энергетический переход» на период 2023–2027 гг., ЮАР стремится к мировому лидерству в области экспорта «зеленого» водорода, определяя его одной из приоритетных областей для поддержки экономики будущего [South Africa's ... , 2021]. В Стратегии коммерциализации «зеленого» водорода» запланировано достижение производства 1 млн т в год «зеленого» водорода к 2030 г. и 7 млн т в год к 2050 г. [Green Hydrogen... South Africa, 2024]. В развитии водородной отрасли страна во многом рассчитывает на инвестиции со стороны зарубежных, в основном европейских, партнеров. К примеру, компании Anglo American Platinum, Bambili Energy и ENGIE при поддержке государственного Департамента науки и технологий ЮАР работают над проектом создания «Водородной долины» – промышленного кластера, объединяющего различные возможности использования водорода [South Africa's ... , 2021].

Глобальные тренды в области патентования водородных технологий указывают на сохранение лидерских позиций за Европой и Японией и на их потерю у США в период с 2011 по 2020 гг. [Hydrogen patents ... , 2023]. Патентная активность Южной Кореи и Китая стала заметной на международном рынке лишь в последние годы. КНР демонстрирует стремительные темпы роста патентной активности: среднегодовой прирост числа международных патентных семейств составил 15,2% за рассматриваемый период [Hydrogen patents ... , 2023]. Стоит отметить, что основные инвестиции Китая сфокусированы на производстве водорода путем щелочных технологий электролиза, которые позволяют снизить себестоимость и увеличить уровень производства, сохраняя конкурентные преимущества как на мировом рынке, так и среди стран БРИКС.

### **Заключение**

В ходе осуществления энергоперехода страны БРИКС сталкиваются с большим количеством вызовов, в том числе технологических. Чтобы преодолеть их, необходимо разработать подходы и решения, которые бы учитывали особенности ресурсной базы стран, национальные приорите-

ты, а также существующий технологический потенциал. Как показало исследование, каждая из стран имеет свой патентный профиль в сфере ВИЭ: технологии на основе ветровой и солнечной энергии являются основными направлениями для всех стран БРИКС, гидроэнергетика получила широкое распространение в России и Бразилии, а на развитии солнечных тепловых электростанций концентрируются Индия и ЮАР.

Развитие «вспомогательных» технологий является необходимым условием для масштабирования проектов ВИЭ. Анализ патентной активности показал, что Китай доминирует по всем трем выбранным технологическим направлениям: энергонакопителям, «умным» сетям и «зеленым» водородным технологиям. Отрыв от стран БРИКС особенно заметен в области аккумуляторных технологий. Успехов удалось добиться благодаря продуманной государственной поддержке, значительным инвестициям в НИОКР, а также национальным программам развития, таким как «Сделано в Китае 2025».

Существенный технологический разрыв между Китаем, который добился лидерства на мировой арене по целому ряду направлений, и остальными странами БРИКС указывает на необходимость укрепления инновационного потенциала России, Бразилии, ЮАР и Индии. Для выравнивания уровней инновационной деятельности в странах БРИКС в рассматриваемой области целесообразно:

- определить приоритетные векторы развития сотрудничества в сфере ВИЭ и «вспомогательных» технологий с целью трансфера технологий и их совместной доработки;
- разработать долгосрочные цели и направления стратегического сотрудничества, которые будут включать меры поддержки, такие как гранты и налоговые льготы;
- сформировать фонды для инвестиций в НИОКР на основе как частных, так и государственных средств.

Глобальная конкуренция в области «зеленых» технологий для электроэнергетики указывает на важность скоординированного и сбалансированного подхода стран БРИКС к разработке и коммерциализации технологических решений. В качестве ориентира можно использовать успешный опыт Китая, сочетающего инвестиции в инновации с развитием производственного потенциала.

### Список литературы

1. Атомно-водородная энергетика // Росэнергоатом. – 2024. – URL: [https://www.rosenergoatom.ru/stations\\_projects/vodorodnaya-energetika/](https://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/vodorodnaya-energetika/) (дата обращения 18.11.2024).
2. Стратегия экономического партнерства БРИКС до 2025 года // Министерство экономического развития Российской Федерации. – 2020. – URL: [www.economy.gov.ru/material/file/636aa3edbc0dcc2356ebb6f8d594ccb0/1148133.pdf?ysclid=lohi88](http://www.economy.gov.ru/material/file/636aa3edbc0dcc2356ebb6f8d594ccb0/1148133.pdf?ysclid=lohi88) (дата обращения 14.01.2025).
3. Титов М., Ощепков М., Теплова О. Чистая энергия 2023: V Международный Муниципальный форум БРИКС+ // Европейский университет в Санкт-Петербурге. Новости. – 2023. –

- 26.11. – URL: <https://eusp.org/news/chistaya-energiya-2023-v-ramkakh-v-mezhdunarodnogo-municipalnogo-foruma-briks-itogi> (дата обращения 04.12.2024).
4. Водородные технологии Росатома: низкоуглеродные решения от производства до поставки // Rusatom Overseas. – 2024. – URL: <https://rusatom-overseas.com/ru/hydrogen-energy/resheniya-dlya-vodorodnykh-proektov-ot-proizvodstva-do-postavki/> (дата обращения 18.11.2024).
  5. Казанская декларация «Укрепление многосторонности для справедливого глобального развития и безопасности» // XVI саммит БРИКС. – 2024. – 23.10. – URL: <https://brics-expert.info/documents/dokumenty-esvu-briks/kazanskaya-deklaratsiya-briks-23-oktyabrya-2024-goda/?ysclid=m5w94ylkfv729433279> (дата обращения 14.01.2025).
  6. Мониторинг климатического регулирования // ВШЭ. – 2024. – II квартал. – URL: <https://we.hse.ru/mirror/pubs/share/947725593.pdf> (дата обращения 18.01.2025).
  7. Распоряжение Правительства РФ от 16.01.2023 № 40-п // Правительство РФ. – 2023. – 16.01. – URL: [www.government.ru/docs/all/145638/](http://www.government.ru/docs/all/145638/) (дата обращения 18.11.2024).
  8. Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2022 № 4261-р «Об утверждении Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации до 2035 г.» // ГАРАНТ. РУ. – 2022. – 28.12. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405963861/> (дата обращения 18.11.2024).
  9. Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г.» // ГАРАНТ. РУ. – 2021. – 29.10. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402894476/> (дата обращения 29.10. 2024).
  10. Распоряжение Правительства РФ от 05.09.2021 № 2162-р «Об утверждении Концепции развития водородной энергетики в РФ» // ГАРАНТ. РУ. – 2021. – 05.08. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401496102/> (дата обращения 29.11.2024).
  11. Социально-экономические итоги 13-й пятилетки КНР (2016–2020 гг.) и задачи 14-й пятилетки (2021–2025 гг.) / РАН, Ин-т Дальнего Востока; сост. Каменнов П.Б., Александрова А.Д.; отв. ред. Островский А.В. – Москва: ИДВ РАН, 2021. – 312 с.
  12. A Global Review of Patent Data for Smart Grid Technologies // International Energy Agency. – 2024. – URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/65524b9d-095b-4ea6-ac57-be8d618985d4/AGlobalReviewofPatentDataforSmartGridTechnologies.pdf> (дата обращения 15.11.2024).
  13. ANP Takes Charge of Low-Carbon Hydrogen Regulation in Brazil // Brazilian Regulatory Standards. – 2024. – URL: <https://braziliannr.com/2024/08/07/anp-takes-charge-of-low-carbon-hydrogen-regulation-in-brazil> (дата обращения 20.11.2024).
  14. Brazil Towards Global Leadership in Green Hydrogen // Brazilian Regulatory Standards. – 2024. – URL: <https://braziliannr.com/2024/10/03/brazil-towards-global-leadership-in-green-hydrogen> (дата обращения 20.11.2024).
  15. Driving a green future // International Council on Clean Transportation &, China EV100. – 2021. – URL: <https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/China-green-future-ev-jan2021.pdf> (дата обращения: 14.11.2024).
  16. Climate Action Report // UNFCCC. – 2022. – 26.10. – URL: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2022\\_04.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2022_04.pdf) (дата обращения: 20.11.2024).
  17. CO<sub>2</sub> Total Emissions by Region 2000–2023 // International Energy Agency. – 2024. – 27.02. – URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/co2-total-emissions-by-region-2000-2023> (дата обращения: 02.11.2024).

18. Dranka G., Ferreira P. Towards a smart grid power system in Brazil: Challenges and opportunities // *Energy Policy*. – 2020. – Vol. 136. – 111033.
19. Energy Technology Perspectives // IEA. – 2023. – URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/a86b480e-2b03-4e25-bae1-da1395e0b620/EnergyTechnologyPerspectives2023.pdf> (дата обращения 04.11.2024).
20. German SEFE, Brazilian Eletrobras and Kuwaiti Enertech cooperate to supply 200,000 tons of green hydrogen per year to Germany // SEFE. – 2024. – 13.11. – URL: [www.sefe.eu/en/newsroom/press-releases/german-sefe-brazilian-elektrobras-and-kuwaiti-enertech-cooperate-to-supply-200000-tons-of-green-hydrogen-to-germany](http://www.sefe.eu/en/newsroom/press-releases/german-sefe-brazilian-elektrobras-and-kuwaiti-enertech-cooperate-to-supply-200000-tons-of-green-hydrogen-to-germany) (дата обращения 20.11.2024).
21. Global Hydrogen Review 2024 // IEA. – 2024. – URL: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024/executive-summary> (дата обращения 14.01.2025).
22. Gong H., Hansen T. The rise of China's new energy vehicle lithium-ion battery industry: The coevolution of battery technological innovation systems and policies // *Environmental Innovation and Societal Transitions*. – 2023. – Vol. 46. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210422422001204> (дата обращения 24.11.2024).
23. National Green Hydrogen Mission // Government of India. Ministry of New and Renewable Energy. – URL: <https://cdnbbsr.s3waas.gov.in/s3716e1b8c6cd17b771da77391355749f3/uploads/2023/01/2023012338.pdf> (дата обращения 20.11.2024).
24. Green Hydrogen Innovation Centre. Brazil // Global Center of Excellence for Green Hydrogen. – URL: <https://isa-ghic.org/countries/brazil#> (дата обращения 21.11.2024).
25. Green Hydrogen Innovation Centre. India // Global Center of Excellence for Green Hydrogen. – URL: <https://isa-ghic.org/countries/india#> (дата обращения 21.11.2024).
26. Green Hydrogen Innovation Centre. South Africa // Global Center of Excellence for Green Hydrogen. – URL: <https://isa-ghic.org/countries/south-africa#> (дата обращения 21.11.2024).
27. Guide to Chinese climate policy 2022 / Sandalow D., Meidan M., Andrews-Speed P., Hove A., Qiu S.Y., Downie E.; Oxford Institute for Energy Studies. – 2022. – URL: <https://chineseclimatepolicy.oxfordenergy.org/wp-content/uploads/2022/11/Guide-to-Chinese-Climate-Policy-2022.pdf> (дата обращения 28.11.2024).
28. Hydrogen patents for a clean energy future: A global trend analysis of innovation along hydrogen value chains // EPO & IEA. – 2023. – 10.01. – URL: <https://www.iea.org/events/hydrogen-patents-for-a-clean-energy-future> (дата обращения 10.11.2024).
29. ICIS INSIGHT: China Hydrogen Investments to Gain Momentum on New Energy Law // ICIS. – 2024. – 13.11. – URL: <https://fuelcellsworld.com/2024/11/13/clean-hydrogen/icis-insight-china-hydrogen-investments-to-gain-momentum-on-energy-law> (дата обращения 23.11.2024).
30. Innovation in batteries and electricity storage – A global analysis based on patent data // EPO & IEA. – 2020. – 22.09. – URL: <https://www.epo.org/en/news-events/press-centre/press-release/2020/451909> (дата обращения 10.11.2024).
31. Jawaharlal Nehru National Solar Mission Phase I, II, and III // IEA. – 2021. – 24.08. – URL: <https://www.iea.org/policies/4916-jawaharlal-nehru-national-solar-mission-phase-i-ii-and-iii> (дата обращения 10.11.2024).
32. Just Energy Transition Investment Plan, JET IP // Climate Commission. – URL: [www.climatecommission.org.za/south-africas-jet-ip](http://www.climatecommission.org.za/south-africas-jet-ip) (дата обращения 29.11.2024).
33. Makeeva E., Popov K., Teplova O. Patenting for profitability: green energy innovations and firm performance in BRICS countries // *Frontiers in Environmental Science*. – 2024. –

- Vol. 12. – URL: <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2024.1332792/full> (дата обращения 29.11. 2024).
34. National Smart Grid Mission // Press information bureau. – 2022. – 21.06. – URL: <https://static.pib.gov.in/WriteReadData/specificdocs/documents/2022/jun/doc202262166701.pdf> (дата обращения 17.11.2024).
35. New Energy Storage Technologies Empower Energy Transition // KPMG, China Electricity Council. – 2023. – URL: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/cn/pdf/en/2023/03/new-energy-storage-technologies-empower-energy-transition.pdf> (дата обращения 28.11.2024).
36. The state grid corporation of China's practice and outlook for promoting new energy development / Pan E, Liu S., Liu J., Qi Q., Guo Z. // Energy Conversion and Economics. – 2020. – Vol. 1., Issue 2. – URL: <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1049/enc2.12007> (дата обращения 19.11.2024).
37. Patents and the energy transition: global trends in clean energy technology innovation // EPO & IEA. – 2021. – 27.04. – URL: [https://link.epo.org/web/patents\\_and\\_the\\_energy\\_transition\\_study\\_en.pdf](https://link.epo.org/web/patents_and_the_energy_transition_study_en.pdf) (дата обращения 14.11.2024).
38. RE Technology Patents Reports // IRENA INSPIRE. – 2024. – URL: <https://inspire.irena.org/Pages/patents/Patents-Search.aspx> (дата обращения 10.11.2024).
39. Research and Innovation for Climate Neutrality by 2050: Challenges, Opportunities and the Path Forward // European Commission: Directorate-General for Research and Innovation. – 2024. – URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5dee91d3-d9e8-11ee-b9d9-01aa75ed71a1> (дата обращения 15.06.2024).
40. SA's Green Hydrogen Commercialisation Strategy approved by Cabinet // SA News. – 2023. – 19.10. – URL: [www.sanews.gov.za/south-africa/sas-green-hydrogen-commercialisation-strategy-approved-cabinet](http://www.sanews.gov.za/south-africa/sas-green-hydrogen-commercialisation-strategy-approved-cabinet) (дата обращения 20.11.2024).
41. Shell to pilot green hydrogen plant in Brazil's Acu port // World Ports. – 2022. – 20.05. – URL: [www.worldports.org/shell-to-pilot-green-hydrogen-plant-in-brazils-acu-port](http://www.worldports.org/shell-to-pilot-green-hydrogen-plant-in-brazils-acu-port) (дата обращения 19.12.2024).
42. Sinopec Xinjiang Kuqa Green Hydrogen Pilot Project Enters Operation, Leading China's Green Hydrogen Development // PR Newswire. – 2023. – 03.07. – URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/sinopec-xinjiang-kuqa-green-hydrogen-pilot-project-enters-operation-leading-chinas-green-hydrogen-development-301868802.html> (дата обращения 19.11.2024).
43. South Africa's massive hydrogen valley project is a step closer – here's what you need to know // BusinessTech. – 2021. – 12.10. – URL: <https://businesstech.co.za/news/energy/528408/south-africas-massive-hydrogen-valley-project-is-a-step-closer-heres-what-you-need-to-know/> (дата обращения 21.11.2024).
44. World Energy Outlook 2024 // IEA. – 2024. – URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/6a25abba-1973-4580-b6e3-ba014a81b458/WorldEnergyOutlook2024.pdf> (дата обращения 17.11.2024).

*Статья получена: 18.12.2024*

*Одобрена к публикации: 05.01.2025*