

pISSN 2073-1477
eISSN 2311-8733

Экономическая безопасность

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ: СТРАНЫ БРИКС

Валерий Иванович САЛЫГИН ^{a,*},
Дарья Сергеевна ДЕНИЗ ^b

^a член-корреспондент РАН, профессор,
директор Международного института энергетической политики и дипломатии
МГИМО МИД России (МИЭП),
Москва, Российская Федерация
miep@mgimo.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 2040-6069

^b аспирантка,
Международный институт энергетической политики и дипломатии
МГИМО МИД России (МИЭП),
Москва, Российская Федерация
dariadenizz@gmail.com
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 174/2022
Получена 04.04.2022
Получена в
доработанном виде
18.06.2022
Одобрена 23.07.2022
Доступна онлайн
15.08.2022

УДК 339.942

JEL: F01, F21, P23

Ключевые слова:

энергетическая
безопасность,
возобновляемые
источники энергии,
система индикаторов,
социально-
экономическое
развитие

Аннотация

Предмет. Прогнозирование рисков в сфере энергетики.

Цели. Анализ инструментов оценки функционирования
национальных энергетических комплексов.

Методология. Применены методы сравнительного анализа.

Результаты. Предложена система показателей оценки уровня
использования возобновляемых источников энергии как в
национальной экономике, так и в рамках крупного экономического
союза.

Выводы. Распределение, поглощение и нивелирование рисков
в области энергетической безопасности требует создания
специальной дополнительной инфраструктуры. Необходимы
объективная оценка инвестиционной составляющей и локализация
производственной базы.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2022

Для цитирования: Салыгин В.И., Дениз Д.С. Разработка инструментария оценки
эффективности интеграции возобновляемых источников энергии: страны БРИКС //
Региональная экономика: теория и практика. – 2022. – Т. 20, № 8. – С. 1531 – 1548.
<https://doi.org/10.24891/re.20.8.1531>

Введение

Согласно официальному заявлению Европейского парламента от 5 февраля 2021 г., Европейский союз должен установить пограничную пошлину на продукцию с углеродным следом в части ее импорта из стран с менее амбициозными климатическими политиками¹. Комплексные индикаторы снижают уровень транспарентности диалога и частично сводят разработку и принятие скоординированных политических решений к идеологизации процесса поиска компромиссов. Выявление индикаторов, свойственных отраслевой специфике в рассматриваемом государстве, целесообразно как на политическом, так и предпринимательском (инвестиционном) уровне.

Резкие ценовые колебания и отсутствие доступа к объектам энергетической инфраструктуры влияют на уровень энергетической безопасности² [1–7]. Следует опираться на общие тенденции глобальной повестки³, учитывать национальные особенности энергетической отрасли и проблемы региональных экономических лидеров^{4, 5} [8–13].

Методы оценки энергетической безопасности через интегральные показатели и отдельные индикаторы получили развитие активно применяются развитыми странами – импортерами энергоресурсов. Компонентный состав инструментов оценки надежности функционирования национальных энергетических комплексов, системных рисков, связанных с изменением конъюнктуры в краткосрочной перспективе, а также возможных геополитических сдвигов учитывается в концепции Социально значимой энергетической инфраструктуры.

Практика оценки уровня энергетической безопасности на основе интегральных показателей

Учет параметров использования возобновляемых источников энергии повышает качество отбора инвестиционных проектов и, как следствие,

¹ Углеродный налог на импорт ЕС необходим для повышения глобальных климатических амбиций . URL: <https://ru.eureporter.co/environment/climate-change/2021/02/08/carbon-levy-on-eu-imports-needed-to-raise-global-climate-ambition/?ysclid=l6je08e410930379293>

² Антошкин Р.В. Развитие возобновляемой энергетики во взаимодействии стран БРИКС // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 28. С. 1403–1409.

³ Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. URL: <https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/>

⁴ Плачинда М.Д. Нормативно-правовое регулирование возобновляемых источников энергии (ВИЭ): опыт России и зарубежных стран // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 25. С. 123–133.

⁵ Туаева Д.А. Современное состояние и перспективы развития ветроэнергетики в Российской Федерации // Modern Science. 2021. № 1-2. С. 128–132.

обеспечивает синергетический эффект от их финансирования. Повышение надежности работы энергосистемы является приоритетным вопросом при создании системы индикаторов и разработке алгоритма конкурсного отбора инвестиционных проектов.

В различных регионах распространены следующие индексы и модели, связанные с оценкой энергетической безопасности [7]:

- индекс энергетической трилеммы;
- международный индекс рисков в области энергетической безопасности;
- индекс уровня устойчивости энергетической безопасности;
- глобальная архитектура функционирования энергетики;
- модель оценки энергетической безопасности в краткосрочном периоде, разработанная Международным энергетическим агентством;
- индекс энергетической безопасности, рассчитываемый Институтом экономических исследований стран АСЕАН и Восточной Азии.

Энергетические риски определяются на основе маркеров – индикаторов, характеризующих процесс обеспечения энергетической безопасности и отражающих общий уровень состояния отраслевого баланса. Применение комплексных инструментов на уровне профильных интеграционных и национальных институтов свидетельствует о состоятельности подходов к интерпретации глобальных статистических данных. Осуществляется также мониторинг индикативных планов, принятых в рамках Парижского соглашения от 2015 г. с учетом положений Рамочной конвенции ООН об изменении климата [9].

Разнообразие представленных методов позволяет увидеть сравнительную динамику преобразования национальных энергосистем и оценить процесс внедрения новых коммерческих инструментов регулирования ценообразования и элементов технологической инфраструктуры. Однако ранжирование результатов реализации проектов в сфере возобновляемой энергетики и их прогнозное влияние на параметры национальной энергетической системы не учитывают эффективность освоения возобновляемых природных ресурсов рассматриваемого государства, которая характеризуется коэффициентом использования установленной мощности.

Комплексный (интегрированный) показатель и система ранжирования, предназначенная для мониторинга, сравнительного анализа, составления рекомендаций, индикативных планов и статистических прогнозов международными институтами, не актуальны в свете конкурсного отбора проектов в сфере возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на уровне внутриблоковых и национальных организаций, так как снижаются качество интерпретируемости данных и уровень сопоставимости процессов оценки.

Методология разработки актуального для стран БРИКС инструментария оценки эффективности проектов в сфере возобновляемой энергетики

Элементы широко применяемых интегральных индексов в совокупности с международными и национальными реферативными базами данных раскрывают тенденции трансформации факторов надежности и экономической эффективности. При оценке проектов в сфере энергетики часто используются специфические критерии, такие как уровень выбросов CO₂, степень электрификации, социальное расслоение, устойчивость экономического роста, ужесточение экологических норм⁶. Оценка состояния внешней среды реализации проектов в сегменте возобновляемой энергетики учитывает технологическую специфику энергетического рынка⁷.

Энергетическая сфера при проявлении контуров нового технологического уклада играет важнейшую роль в обеспечении глобальной безопасности. Понятие энергетической безопасности изменяется в зависимости от ответов на вопросы о том, для каких объектов необходимо обеспечить энергетическую безопасность; изменение каких факторов может привести к повышению уровня угрозы энергетической безопасности; какими средствами и за счет вовлечения каких акторов предполагается обеспечить соответствующий уровень энергетической безопасности.

Исходя из концепции Социально значимой энергетической инфраструктуры, сформулируем следующее определение энергетической безопасности – обеспечение объема энергоресурсов, критически значимого для функционирования социально-экономической инфраструктуры и оборонной деятельности в контексте диверсификации внутренних производителей, маршрутов поставок, достижения доступных цен и повсеместной

⁶ Renewable Energy in the Context of Sustainable Development.
URL: <https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/renewable-energy-in-the-context-of-sustainable-development/>

⁷ Santos M. A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. São Paulo, EdUSP, 2002, 384 p.

возможности подключения для домашних хозяйств и промышленных предприятий.

Синтез современных теоретических воззрений на процесс обеспечения энергетической безопасности и принципов экологически нейтрального устойчивого развития отражен в концепции Социально значимой энергетической инфраструктуры. Высокая адаптивность концепции обуславливает ее выбор в качестве базиса для разработки многоуровневой модели [2]. Использование спектра апробированных индикаторов, представленных в системе международных статистических агентств, унифицирует данные и создает возможность для их сопоставления.

Подход основан на минимизации рисков в области энергетической безопасности, а именно – на распределении, поглощении и нивелировании рисков. Это подразумевает анализ возможности их распределения между финансовым и производственным секторами национальной экономики; решение вопросов резервирования мощности под установки, требующие использования ВИЭ; объективную оценку инвестиционной составляющей с локализацией производственной базы.

В рамках стандартной методологии, применяемой странами – импортерами энергоресурсов, детальный анализ компонентов энергетической безопасности основывается на трех категориях: состоятельность ресурсной базы, обеспечение надежности поставок энергоресурсов, управление спросом. Для определения состоятельности ресурсной базы используются такие параметры, как уровень развития ресурсной базы, эффективность интеграции альтернативных ресурсов в энергосистему, анализируются факторы усиления трансграничных связей на базе общего рынка электроэнергии.

В контексте обеспечения надежности поставок актуализируются проблемы импорта ресурсов. Используется широкий спектр вариантов долгосрочных контрактов, разрабатываются методы валидации (отбора) поставщиков на основе принципов минимизации технических и геополитических рисков и соблюдения устойчивости макроэкономических систем (в том числе в условиях идеологизированного санкционного давления). Импортозависимость как фактор нестабильности конъюнктуры рынка обуславливает капиталовложения в разработку новых энергетических технологий.

В настоящее время происходит преобразование и расширение технологической инфраструктуры развитых стран, диверсифицируются

способы доставки природного газа, создаются погрузочные (разгрузочные) терминалы для сжиженного природного газа (СПГ), танкеры-газовозы, установки по сжижению и регазификации.

Отдельное условие сбалансированности подхода к энергетической безопасности – управление спросом за счет повышения энергетической эффективности и имплементации активно-адаптивных технологий контроля и управления технологическим процессом [2]. Отказываясь от углеводородов, страны-импортеры готовятся к разрыву цепочек поставок на основе формирования стратегических резервов и усиления трансграничных взаимозависимостей.

Уместность экологической составляющей при энергетическом переходе отражает часть протекционистских функций и позволяет регулировать эффективность процесса устойчивого развития [2]. Компоненты системы обеспечения национальной энергетической безопасности представлены на *рис. 1*.

Анализ и отбор актуальных базисных индикаторов

Разработка инструментария оценки эффективности проектов в сфере ВИЭ основывается на принципах технологической допустимости и экономической эффективности. Это требует детального анализа различных индикаторов. Уровень самодостаточности энергетического баланса позволяет определить фундаментальные основы функционирования энергетики и детерминировать уровень зависимости от импорта с учетом влияния кратковременных сбоев в цепочке поставок на надежность работы энергетического комплекса. Этот индикатор позволяет оценить возможности национальной экономики в покрытии спроса на ресурсы за счет предложения на внутреннем рынке и, как следствие, определить необходимость интеграции альтернативных источников энергии в национальную энергосистему.

Отношение резервов к производству энергетических ресурсов (R/P) учитывается при мониторинге объема неиспользуемого топлива, а также позволяет определить способность страны к преодолению кризисных явлений, вызванных изменением условий поставок энергоресурсов. Применительно к расширению доли возобновляемой энергетики данный индикатор позволит выявить уровень надежности системы, что важно для принятия профильными ведомствами решения о субсидировании.

Исходный коэффициент R/P видоизменяется при переходе от объема производства к объему потребления. Это позволяет учитывать экспорт части энергоресурсов и оценить потенциал перераспределения экспортных потоков на внутренний рынок. Также возможно сопоставить капитальные и операционные издержки проектов в сфере возобновляемой энергетики. Однако специфика потребления в странах БРИКС не предполагает резервирования топлива на срок более 3 мес., так как страны группы имеют достаточную ресурсную базу. Это исключает актуальность применения индексов на основе определения величины резервов топлива.

Масштаб энергетической системы, который определяется как совокупный объем ежегодной выработки электричества, характеризует потенциал интеграции ВИЭ, возможность нивелирования неоднородной энергоотдачи, а также, с учетом динамики расширения производственных мощностей и роста численности населения, позволяет «тиражировать» решения по развитию возобновляемой энергетики. Масштаб энергетической системы является ключевым индикатором при анализе рисков снижения надежности энергосистемы в случае роста доли ВИЭ.

Уровень диверсификации маршрутов поставок и поставщиков имеет значение для оценки энергобезопасности в долгосрочном периоде. Смысл использования этого индикатора заключается в минимизации рисков срыва поставок по импорту и определении возможности компенсации потерь за счет альтернативных игроков. Страны БРИКС обладают обширным спектром взаимовыгодных опций в рамках экономической кооперации и, исходя из структуры топливно-энергетического баланса, взвешенно подходят к геополитическим рискам. Высокий уровень торгово-экономических связей стран БРИКС создает предпосылки для компенсации объемов импорта (экспорта) и выбора маршрутов (способов) поставки.

Уровень диверсификации электроэнергетических мощностей, определяемый такими характеристиками, как уровень выбросов парниковых газов, коэффициент полезного действия, коэффициент использования установленной мощности, срок эксплуатации, операционные издержки, позволяет оценить сбалансированность развития энергосистемы и преимущества различных видов генерации (тепловой, химической, атомной, возобновляемой).

Величина резервной мощности энергосистемы позволяет определить надежность и стабильность энергоснабжения. В контексте обеспечения энергетической безопасности и суверенитета ключевой задачей является возможность покрытия пикового спроса за счет собственной генерации.

Примечателен пример вывода из эксплуатации Ингалинской АЭС в Литве в 2009 г., который стал следствием политизации вопросов устойчивого развития в Европейском союзе. В результате уровень зависимости Литвы от импорта электроэнергии увеличился до 70% в 2021 г. Темпы строительства возобновляемых объектов находятся в обратной зависимости от величины резервной мощности энергосистемы, так как при наличии незадействованной генерации реализация капиталоемких проектов может оказать негативное влияние на финансовую стабильность действующих предприятий.

Потенциал механизмов управления спросом, направленных на сокращение совокупной величины потребления электроэнергии за счет повышения уровня энергетической эффективности, является ключевым ресурсом и альтернативой проектам ВИЭ. В энергосистеме с высоким уровнем потерь и технологического расхода на всех этапах производственной цепочки имплементация ВИЭ нецелесообразна. Эффективность энергосистемы – один из ключевых показателей энергетической безопасности.

Наличие энергоемкого производства и преобладание индустриального сегмента в структуре ВВП характеризует страны БРИКС. Это позволяет нивелировать при разработке общей системы критериев структурные особенности экономики и повысить качество сопоставления.

Энергоэффективность является центральным показателем работы энергосистемы. Предполагается интегрировать в модель также удельный показатель энергоэффективности, который позволит учесть производственную конкурентоспособность и тем самым скорректировать уровень энергоэффективности. Применительно к странам БРИКС, которые характеризуются существенными отличиями в численности населения, это повысит качество интерпретации при сопоставлении.

В качестве маркера экологической политики предлагается такой индикатор, как отношение выбросов CO₂ к ВВП. Соотношение выбросов парниковых газов и эффективности работы системы является первостепенным вопросом для принятия решения по возведению новых возобновляемых мощностей⁸. Использование финансовых ресурсов развивающейся страны в проектах с высокими капитальными издержками при низком уровне

⁸ Основные эмитенты CO₂, на которых в совокупности приходится 98% объема выбросов, подписали Парижское соглашение от 2015 г. Среди 194 стран, одобивших сокращение выбросов парниковых газов, – все страны БРИКС. Им формально предписано следовать заявленным планам устойчивого развития.

энергоэффективности нивелирует эффект от снижения совокупного объема эмиссии CO₂.

Уровень локализации производства оборудования возобновляемой генерации является специфическим параметром технологической оснащенности промышленной базы и адаптивности национальной инновационной системы. Если в процессе принятия решений по любому капиталоемкому энергетическому проекту названный показатель не учитывается, то это свидетельствует о неэффективном векторе экономической политики, что в среднесрочной перспективе отразится на динамике внедрения новых технологий (с целью сокращения издержек и обеспечения конкурентоспособности) и, как следствие, уровне безработицы. Уровень локализации производства оборудования возобновляемой генерации ключевым маркером при кооперации стран БРИКС на паритетных условиях.

На основе детализированных концептуальных предложений, разработанных специалистами Института экономических исследований стран АСЕАН и Восточной Азии⁹, дополняются механизмы оценки подхода к развитию Социально значимой энергетической инфраструктуры. При трансляции подхода на фундаментальные принципы функционирования стран БРИКС анализируются основные показатели социального характера – электрификация, численность населения, индекс человеческого развития и расходы на НИКОР (доля от ВВП). Отметим, что индекс человеческого развития оптимален для оценки социальной среды и эффективности политики в сферах образования, здравоохранения и безопасности.

Индикаторы, используемые для оценки уровня энергетической безопасности проектов, связанных с возобновляемыми источниками энергии, систематизированы на *рис. 2*.

Расчет ключевых индикаторов

Китай остается крупнейшим производителем промышленного оборудования. Совокупная мощность энергетической системы составляет более 2 200 ГВт; ежегодно доля возобновляемых источников в выработке энергии возрастает примерно на 1,3% [3]. В 2020 г. было введено 49,25 ГВт мощности солнечной генерации и 72,38 ГВт – ветровой. Это соответствует умеренному уровню самодостаточности энергетического баланса и

⁹ Economic Research Institute for ASEAN and East Asia Economic Research Institute for ASEAN and East Asia. URL: <https://www.eria.org/>

необходимостью покрытия 20% потребляемой энергии за счет импорта ископаемого топлива (табл. 1).

Высокая адаптивность социальной системы к повышению доли ВИЭ в топливно-энергетическом балансе базируется на командно-административной иерархической системе. Рекордный рост численности населения при высоком уровне электрификации и значительных расходах на НИОКР объясняют ведущее место китайской индустрии в глобальной структуре формирования добавленной стоимости, в том числе в сегменте ВИЭ.

Индия – крупнейший производитель электричества. Доля возобновляемой энергетики (по выработке) составляет 23%. Национальная энергосистема с номинальной установленной мощностью в 393 ГВт обладает существенными резервами при недостаточности сетевой инфраструктуры. Основа энергетической системы Индии – угольная генерация. Индикатор «удельный показатель энергоэффективности» отражает тенденции, не свойственные развивающимся странам, однако его верификация через индикатор «уровень энергоэффективности», рассчитанный на основе объема ВВП, позволяет определить причины этого расхождения: высокая численность населения и недостаточное удельное потребление ресурсов. Эти расхождения являются главной проблемой стратегического развития национальной энергетической системы.

Энергосистема России с уровнем выработки в 1,1 тыс. ТВт·ч является эталонной по структуре генерирующих мощностей. Доля ВИЭ составляет до 20% и представлена крупными гидростанциями. В то же время имеется инновационный сегмент атомных станций. При установленной мощности системы в 246 ГВт значение показателя «величина резервной мощности энергосистемы» превышает 50%. Это свидетельствует о ее крайне высоком уровне надежности и несовпадении прогнозируемых и реальных темпов роста потребления (экономики), заложенных при расширении энергетических мощностей.

Следует отметить рекордно низкую энергоэффективность производства с его концентрацией в сфере тяжелой промышленности. Уровень энергоэффективности в России в 2,2 раза ниже, чем в Китае. Этот тренд в совокупности с наличием избыточных мощностей, в том числе ГЭС, и беспрецедентным уровнем самодостаточности энергетического баланса нивелирует эффективность масштабного тиражирования технологий возобновляемой генерации. В удаленных районах страны стоимость возведения топливных станций с учетом логистических издержек

превышает капитальные затраты на строительство объектов, функционирование которых связано с ВИЭ.

Энергетический комплекс Бразилии с ежегодной выработкой в объеме 0,6 тыс. ТВт·ч и установленной мощностью в 175 ГВт отличается доминированием возобновляемых источников энергии в производственной структуре (87%) и опережающими темпами ввода новых агрегатов (солнечных и ветровых станций). Уровень энергоэффективности производства с точки зрения двух предложенных индикаторов представляется оптимальным и коррелирует с показателями стран ОЭСР.

Для Бразилии, как и для других развивающихся стран, характерна многоукладность экономической системы и ее декомпозиция на инновационные высокорентабельные элементы и низкоэффективные производные. Это сказывается на эффективности перераспределения доходов от реализации проектов в сегменте возобновляемой энергетики между корпорациями и домашними хозяйствами.

Южно-Африканская республика обладает энергопрофицитной системой с избытком угольных ресурсов и высокотехнологичных компетенций в области их переработки. Мощность системы составляет 58 ГВт и позволяет в рамках осуществлять трансграничные поставки излишков электроэнергии.

Таблица 1

Оценка уровня энергетической безопасности и социальной устойчивости стран БРИКС в контексте реализации проектов, связанных с возобновляемыми источниками энергии

Table 1

Assessment of the level of energy security and social sustainability of the BRICS countries in the context of the implementation of projects related to renewable energy sources

Индикатор	Россия	Бразилия
<i>Состоятельность ресурсной базы и структура производства</i>		
Уровень самодостаточности энергетического баланса, %	191	112
Масштаб национальной энергосистемы, тыс. ТВт·ч	1,1	0,6
Уровень диверсификации электроэнергетических мощностей, %	60	13
Удельный показатель энергоэффективности, ГДж/численность населения	224	58
<i>Обеспечение надежности поставок и экологический аспект</i>		
Уровень энергоэффективности, МДж/долл. США	22	6,9
Величина резервной мощности энергосистемы, %	55	10
Отношение выбросов CO ₂ к ВВП, кг CO ₂ /долл. США	1,1	0,2
Уровень локализации производства оборудования возобновляемой генерации, %	70	70
<i>Адаптивность социальной системы к повышению доли возобновляемых источников энергии в топливно-энергетическом балансе</i>		
Доля населения, имеющего доступ к электроэнергии, %	100	99,8

Численность населения, млн чел.	146	212
Индекс человеческого развития (интегральная величина)	0,824	0,761
Расходы на НИОКР, % от ВВП по паритету покупательной способности	1	1,3

Продолжение

Индикатор	Китай	Индия
<i>Состоятельность ресурсной базы и структура производства</i>		
Уровень самодостаточности энергетического баланса, %	62	80
Масштаб национальной энергосистемы, тыс. ТВт·ч	7,8	1,6
Уровень диверсификации электроэнергетических мощностей, %	67	77
Удельный показатель энергоэффективности, ГДж/численность населения	102	29
<i>Обеспечение надежности поставок и экологический аспект</i>		
Уровень энергоэффективности, МДж/ долл. США	10,1	15
Величина резервной мощности энергосистемы, %	20	20
Отношение выбросов CO ₂ к ВВП, кг CO ₂ / долл. США	0,7	0,9
Уровень локализации производства оборудования возобновляемой генерации, %	90	50
<i>Адаптивность социальной системы к повышению доли возобновляемых источников энергии в топливно-энергетическом балансе</i>		
Доля населения, имеющего доступ к электроэнергии, %	100	96,7
Численность населения, млн чел.	1 439	1 380
Индекс человеческого развития (интегральная величина)	0,758	0,647
Расходы на НИОКР, % от ВВП по паритету покупательной способности	2,2	0,63

Продолжение

Индикатор	ЮАР	Страны ОЭСР
<i>Состоятельность ресурсной базы и структура производства</i>		
Уровень самодостаточности энергетического баланса, %	114	35
Масштаб национальной энергосистемы, тыс. ТВт·ч	0,2	10,7
Уровень диверсификации электроэнергетических мощностей, %	90	63
Удельный показатель энергоэффективности, ГДж/численность населения	100	35
<i>Обеспечение надежности поставок и экологический аспект</i>		
Уровень энергоэффективности, МДж/ долл. США	17,3	6,2
Величина резервной мощности энергосистемы, %	25	12
Отношение выбросов CO ₂ к ВВП, кг CO ₂ / долл. США	1,3	0,3
Уровень локализации производства оборудования возобновляемой генерации, %	20	95
<i>Адаптивность социальной системы к повышению доли возобновляемых источников энергии в топливно-энергетическом балансе</i>		
Доля населения, имеющего доступ к электроэнергии, %	85	100
Численность населения, млн чел.	60	1 242
Индекс человеческого развития (интегральная величина)	0,705	0,898
Расходы на НИОКР, % от ВВП по паритету покупательной способности	0,8	2,5

Источник: авторская разработка на основе данных международных статистических агентств

Source: Authoring, based on international statistical agencies' data

Рисунок 1

Базовые компоненты системы обеспечения национальной энергетической безопасности

Figure 1

Basic components of the system for ensuring national energy security



Источник: авторская разработка

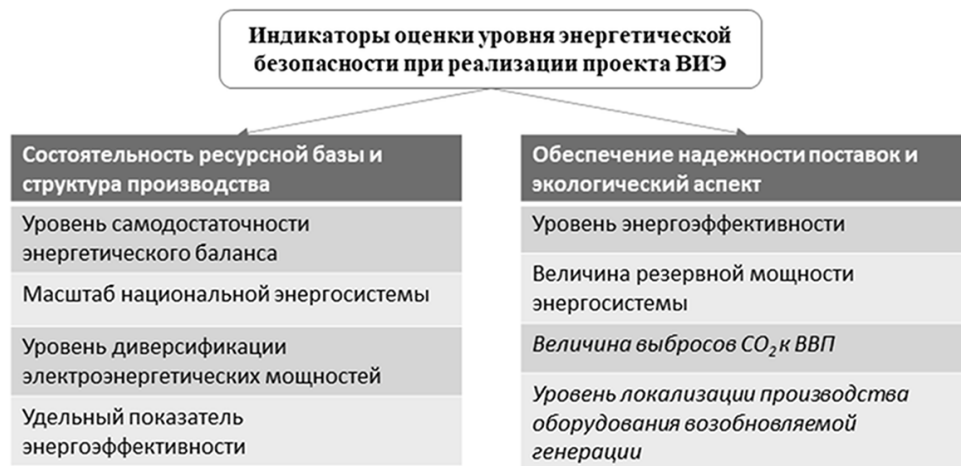
Source: Authoring

Рисунок 2

Система индикаторов, используемых для оценки уровня энергетической безопасности проектов, связанных с возобновляемыми источниками энергии

Figure 2

A system of indicators used to assess the level of energy security of renewable energy projects



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. *Бахтизина Н.В., Бахтизин А.Р.* Инвестиции в энергопереход и инструменты финансирования // *Федерализм*. 2021. № 1. С. 100–114. URL: <https://doi.org/10.21686/2073-1051-2021-1-100-114>
2. *Волынчиков А.Н.* Оптимизация проектных решений при строительстве малых ГЭС для уменьшения капвложений, отвечающих требованиям ДПМ ВИЭ // *Гидротехническое строительство*. 2021. № 1. С. 12–19. URL: <http://dx.doi.org/10.34831/EP.2021.69.86.002>
3. *Жданеев О.В., Серегина А.А.* Векторы технологической кооперации БРИКС в топливно-энергетическом комплексе (часть 2) // *Международный технико-экономический журнал*. 2021. № 2. С. 7–22.
4. *Лейзерович А.Ш.* Последний немецкий «угольщик»? // *Электрические станции*. 2021. № 1. С. 2–8.
5. *Мастепанов А.М., Сумин А.М.* Энергетическая политика Бразилии // *Энергетическая политика*. 2021. № 3. С. 58–79. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energeticheskaya-politika-brazilii/viewer>
6. *Муслимов Р.Х.* Перспективы использования первичных углеводородных ресурсов в условиях политики декарбонизации // *Нефтяное хозяйство*. 2022. № 2. С. 10–15. URL: <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2022-2-10-14>
7. *Подоба З.С., Крышнев Д.А.* «Зеленая энергетика» в странах БРИКС // *Мировая экономика и международные отношения*. 2018. Т. 62. № 2. С. 17–27. URL: <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2018-62-2-17-27>
8. *Сазонов Д.Ю., Уланов В.Л.* Возобновляемые источники энергии как фактор риска развития российских энергетических компаний // *Известия Российской академии наук. Энергетика*. 2018. № 4. С. 3–13. URL: <https://doi.org/10.31857/S000233100002358-7>
9. *Сайгаткина С.* Ведь, если трубы строят, значит это кому-нибудь нужно? // *Энергетическая политика*. 2021. № 2. С. 58–71. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ved-esli-truby-stroyat-znachit-eto-komu-nibud-nuzhno/viewer>

10. Симонова М.Д., Захаров В.Е. Статистический анализ тенденций развития мировой возобновляемой энергетики // Вестник МГИМО-Университета. 2016. № 3. С. 214–220.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskiy-analiz-tendentsiy-razvitiya-mirovoy-vozobnovlyаемoy-energetiki/viewer>
11. Azevedo V.G., Sartori S., Campos L.M.S. CO₂ Emissions: A Quantitative Analysis Among the BRICS Nations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, no. 81, part 1, pp. 107–115.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.027>
12. Modisha P.M., Ouma C.N.M., Garidzirai R. et al. The Prospect of Hydrogen Storage Using Liquid Organic Hydrogen Carriers. *Energy and Fuels*, 2019, vol. 33, iss. 4, pp. 2778–2796.
URL: <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.9b00296>
13. Oyedepo S.O. Energy and Sustainable Development in Nigeria: The Way Forward. *Energy, Sustainability and Society*, 2012, vol. 12, iss. 1.
URL: <https://doi.org/10.1186/2192-0567-2-15>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-1477
eISSN 2311-8733

Economic Security

THE INTEGRATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE BRICS COUNTRIES: DEVELOPMENT OF ASSESSMENT METHODS

Valerii I. SALYGIN ^{a,*},
Dar'ya S. DENIZ ^b

^a International Institute of Energy Policy and Diplomacy, (MGIMO-University)
Moscow, Russian Federation
miep@mgimo.ru
ORCID: not available

^b International Institute of Energy Policy and Diplomacy, (MGIMO-University)
Moscow, Russian Federation
dariadenizzz@gmail.com
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Article No. 174/2022
Received 4 April 2022
Received in revised
form 18 June 2022
Accepted 23 July 2022
Available online
15 August 2022

JEL classification:

F01, F21, P23

Keywords: energy
security, renewable
energy sources,
indicators,
socio-economic
development

Abstract

Subject. Forecasting risks in the energy sector.

Objectives. Analysis of tools for assessing the functioning of national energy complexes.

Methods. Methods of comparative analysis are applied.

Results. A system of indicators for assessing the level of use of renewable energy sources both in the national economy and within the framework of a large economic union is proposed.

Conclusions. The distribution, absorption and mitigation of energy security risks requires the creation of special additional infrastructure. An objective assessment of the investment component and localization of the production base are needed.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2022

Please cite this article as: Salygin V.I., Deniz D.S. The Integration of Renewable Energy Sources in the BRICS Countries: Development of Assessment Methods. *Regional Economics: Theory and Practice*, 2022, vol. 20, iss. 8, pp. 1531–1548.
<https://doi.org/10.24891/re.20.8.1531>

References

1. Bahtizina N.V., Bahtizin A.R. [Energy transition investments and financing instruments]. *Federalizm = Federalism*, 2021, no. 1, pp. 100–114. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.21686/2073-1051-2021-1-100-114>

2. Volynchikov A.N. [Optimization of design solutions for construction of small HPPS to reduce capital investments that meet requirements of RES CDA]. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo*, 2021, no. 1, pp. 12–19. (In Russ.)
URL: <http://dx.doi.org/10.34831/EP.2021.69.86.002>
3. Zhdaneev O.V., Seregina A.A. [Vectors of technological cooperation of the BRICKS in the fuel and energy complex (part 2)]. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal = International Technical and Economic Journal*, 2021, no. 2, pp. 7–22. (In Russ.)
4. Leyzerovich A.Sh. [The last German coal power unit?]. *Elektricheskie stantsii = Power Technology and Engineering*, 2021, no. 1, pp. 2–8. (In Russ.)
5. Mastepanov A.M., Sumin A.M. [Energy policy of Brazil]. *Energeticheskaya politika = Energy Policy*, 2021, no. 3, pp. 58–79.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energeticheskaya-politika-brazilii/viewer> (In Russ.)
6. Muslimov R.Kh. [Prospects of primary hydrocarbon resources under decarbonization policy]. *Neftyanoe khozyaistvo = Oil Industry*, 2022, no. 2, pp. 10–15. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2022-2-10-14>
7. Podoba Z.S., Kryshneva D.A. [Green energy in the BRICS]. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya = World Economy and International Relations*, 2018, vol. 62, no 2, pp. 17–27. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2018-62-2-17-27>
8. Sazonov D.Yu., Ulanov V.L. [Renewable energy sources as a risk factor for the development of Russian energy companies]. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Energetika = Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Power Engineering*, 2018, no. 4, pp. 3–13. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.31857/S000233100002358-7>
9. Saygatkina S. [If pipelines are laid, it is something that somebody needs?]. *Energeticheskaya politika = Energy Policy*, 2021, no. 2, pp. 58–71.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ved-esli-truby-stroyat-znachit-eto-komu-nibud-nuzhno/viewer> (In Russ.)
10. Simonova M.D., Zakharov V.E. [Statistical analysis of development trends in global renewable energy]. *Vestnik MGIMO-Universiteta = MGIMO Review of International Relations*, 2016, no. 3, pp. 214–220.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskiy-analiz-tendentsiy-razvitiya-mirovoy-vozobnovlyaemoy-energetiki/viewer> (In Russ.)

11. Azevedo V.G., Sartori S., Campos L.M.S. CO₂ Emissions: A Quantitative Analysis Among the BRICS Nations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, no. 81, part 1, pp. 107–115.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.027>
12. Modisha P.M., Ouma C.N.M., Garidzirai R. et al. The Prospect of Hydrogen Storage Using Liquid Organic Hydrogen Carriers. *Energy and Fuels*, 2019, vol. 33, iss. 4, pp. 2778–2796.
URL: <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.9b00296>
13. Oyedepo S.O. Energy and Sustainable Development in Nigeria: The Way Forward. *Energy, Sustainability and Society*, 2012, vol. 12, iss. 1.
URL: <https://doi.org/10.1186/2192-0567-2-15>

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.