

9. Система профильного тестирования – Маркетинг. – URL: <https://www.marketing.spb.ru/lib-mm/mibif/1/> (дата обращения: 20.10.2024).

Profile testing system – Marketing. – URL: <https://www.marketing.spb.ru/lib-mm/mibif/1/> (date of access: 20.10.2024).

10. Как Geely достиг лидерства в продажах – основные стратегии успеха. – URL: <https://baza-nomerov.ru/blog/posts/pochemu-geely-stal-liderom-prodazh-klyuchevie-strategii-uspeha/> (дата обращения: 20.10.2024).

How Geely achieved sales leadership – the main strategies for success. – URL: <https://baza-nomerov.ru/blog/posts/pochemu-geely-stal-liderom-prodazh-klyuchevie-strategii-uspeha/> (date of access: 20.10.2024).

Статья поступила в редакцию 26.11.2024.

УДК 330.73

M. Zhudro
Li Jun
BNTU (Minsk)

METHODOLOGICAL ASPECTS OF COMPOSITE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF ENERGY EFFICIENCY CHINA'S ECONOMY

The article argues that the composite environmental assessment of the efficiency of the energy economy should be based on the quantitative measurement of the aggregated, end-to-end carbon footprint in the context of implementing the concept of sustainable and competitive development of the national economy through the introduction of green engineering, investment and financial, digital energy technologies for resource processing, waste disposal, preservation of environmental protection, etc. The authors tested the proposed composite environmental assessment of the efficiency of China's energy economy, taking into account the impact of economic development, energy consumption, population and technology levels on carbon emissions in order to ensure green and sustainable development of national energy security while reducing the risks of carbon footprint for the green ecosystem. The purpose of the study is to substantiate the need for practical application of a composite environmental assessment of the efficiency of the energy economy, taking into account the balanced impact of economic development, energy consumption, population size and level of technology on carbon emissions. The key criteria for achieving the formulated research goal are ensuring the composite development of green and sustainable energy security, taking into account the potential challenges and risks of a zero carbon footprint for the national economy, including economic structural restructuring, green technological innovations, conservation and processing of resources, environmental protection, etc. To achieve this goal, the methods of theoretical generalization, functional analytics, aggregation, logical generalization, analogies, econometrics are used.

Keywords: environmental assessment; efficiency; energy; economy; quantitative measurement; level; emissions; carbon; concept; sustainability; competitiveness; green technologies; digitalization; conservation; recycling; resources; environment.

М. К. Жудро

доктор экономических наук, профессор

Ли Цзюнь

аспирант

БНТУ (Минск)

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКИ КИТАЯ

В статье аргументировано, что комплексная экологическая оценка эффективности энергетической экономики должна базироваться на количественном измерении агрегированного, сквозного углеродного следа в контексте реализации концепции устойчивого и конкурентоспособного развития национальной экономики посредством внедрения зеленых инженерных, инвестиционно-финансовых, цифровых энергетических технологий переработки ресурсов, утилизации отходов, сохранения и защиты окружающей среды и т. д. Авторами выполнена апробация предлагаемой комплексной экологической оценки эффективности энергетической экономики Китая с учетом влияния динамики экономического развития, потребления энергии, численности населения и уровня технологий на выбросы углерода в целях обеспечения зеленого и устойчивого развития энергетической национальной безопасности при снижении рисков углеродного следа для зеленой экосистемы. Цель исследования – обосновать необходимость практикоприменения комплексной экологической оценки эффективности энергетической экономики. Ключевым критерием достижения сформулированной цели исследования выступает обеспечение комплексного развития зеленой и устойчивой энергетической безопасности с учетом потенциальных вызовов и рисков нулевого углеродного следа для национальной экономики, включая экономическую структурную перестройку, зеленые технологические инновации, сохранение и переработку ресурсов, защиту окружающей среды и т. д. Для достижения этой цели применяются методы теоретического обобщения, функциональной аналитики, агрегирования, логического обобщения, аналогий, эконометрики.

Ключевые слова: экологическая оценка; эффективность; энергетика; экономика; количественное измерение; уровень; выбросы; углерод; концепция; устойчивость; конкурентоспособность; зеленые технологии; цифровизация; сохранение; переработка; ресурсы; окружающая среда.

Введение. На основе аналитических, экспериментальных и эмпирических исследований актуальных проблем и трендов в изучении экологической оценки эффективности энергетической экономики установлено преимущественное научно-методическое обеспечение разработки бизнес-моделей, методик, алгоритмов и инструментов синтеза концепций дуальной конвергенции традиционной методологии качественного и количественного измерения повышения экономической эффективности и минимизации использования природных ресурсов, снижения уровня выбросов углерода, утилизации отходов. Однако исследуемое научно-методическое обеспечение не позволяет достаточно точно вычислить количественное значение агрегированного, сквозного углеродного следа в энергетической экономике.

Указанная методологическая его уязвимость подтверждается конфликтными выводами экологической оценки эффективности энергетической экономики. Так,

одни эксперты утверждают, что внедрение всего комплекса высоких инженерных технологий в бизнесе сопровождается уменьшением углеродного следа [1, 2]. Другие специалисты доказывают, что более высокотехнологичные компании, регионы, страны увеличивают углеродную нагрузку на окружающую среду [3]. Сформулированное методологическое противоречие подтверждается также повышением в последние годы глобальной температуры и усиливающимися негативными изменениями в окружающей среде. Так, в целях быстрого развития экономики страны по всему миру постоянно увеличивают потребление ископаемого топлива. И, как следствие, выбросы таких парниковых газов, как углекислый газ, за короткий промежуток времени превысили суммарное количество последних нескольких тысяч лет. Чтобы сократить выбросы углерода, страны по всему миру приняли многочисленные меры, включая подписание Парижского соглашения для достижения целей углеродной нейтральности [4].

В этой связи следует отметить, что для достижения этих целей ученые из разных стран проводят соответствующие исследования по энергоэкономике и выбросам углерода, чтобы разработать и продвигать инженерно-экономические энергетические бизнес-модели с почти нулевым их уровнем. Установлено, что экономическая безопасность и низкоуглеродная экономика являются неразделимыми сообществами в современном обществе. Поэтому следует развивать энергетическую экономическую безопасность в форме низкоуглеродной и экологической защиты окружающей среды [5].

Большое внимание ученые уделяют изучению влияния изменения климата на энергетическую экономическую безопасность, анализируют причины и тенденции глобального изменения климата, его влияние на спрос, предложение и рынок энергетических ресурсов [6]. Исследуются также различные методические инструменты оценки и оптимизации политики в отношении энергетической экономической безопасности Китая, используя систему индексов для ее диагностики и прогнозирования [7]. При этом ученые подчеркивают важность энергетической экономической безопасности в современном обществе, а также такие ключевые факторы, влияющие на нее, как экологизация поставок энергии и удовлетворение спроса, стабильность энергетического рынка, институты энергетической политики, внедрение инноваций в области энергетических технологий, хранение и транспортировка энергии [8]. Для этого необходимо изменить традиционный образ жизни и методы производства, а также разработать устойчивые зеленые энергетические ценности человека и комплексную экологическую оценку их эффективности.

Основная часть. Исследуя актуальные проблемы интерпретаций дефиниции «экологическая оценка эффективности энергетической экономики» и трендов технологических изменений в ее развитии, установлено, что ключевым источником методологической уязвимости является отсутствие комплексного методического инструментария ее выполнения посредством точного вычисления количественного значения агрегированного, сквозного углеродного следа в национальной экономике.

В этой связи дефиницию «энергетическая экономика» следует рассматривать как одну из частных экономик промышленности, которая представляет собой институционально-экономическую конструкцию бизнес-моделей, механизмов, инструментов, алгоритмов разработки, обоснования, принятия и реализации управленческих решений по генерированию, передаче, распределению и поставкам энергии в целях удовлетворения спроса различных ее потребителей и достижения

синергетической технико-технологической, экономической, социальной и экологической эффективности для всех стейкхолдеров рынка в условиях конкуренции. Фундаментальными технологическими особенностями энергетической экономики являются следующие: 1) энергия не создается и не уничтожается, но может преобразовываться в различные ее формы; 2) энергия поступает из физической среды и в конечном итоге возвращается в нее.

Энергетическая экономика изучает индустрию энергетических ресурсов, энергетических товаров и включает следующие ключевые ее переменные: а) инструменты, мотивирующие фирмы и потребителей генерировать, поставлять, преобразовывать, транспортировать, использовать энергетические ресурсы и утилизировать остатки; б) рыночные структуры стейкхолдеров и институциональные регуляторы; в) распределительные, социальные, экологические последствия; г) технико-технологическое и экономически эффективное их использование.

Изложенные теоретические положения позволяют констатировать, что в настоящее время ученые, эксперты в основном ориентируются на количественное измерение экологических последствий от сжигания ископаемого топлива (уголь, нефть, природный газ) для удовлетворения страновых энергетических потребностей. Однако высокое потребление энергии влечет за собой серьезные последствия для устойчивого стратегического социально-экономического развития стран и в целом для мировой экономики, поскольку сжигание большого количества ископаемого топлива способствует возникновению экологических проблем, особенно касающихся негативных изменений климата. Кроме того, ископаемое топливо является невозобновляемым ресурсом, который будет истощаться. Китай, США, Индия, Российская Федерация, Япония, Иран, Германия, Южная Корея, Саудовская Аравия, Индонезия и другие страны являются крупнейшими в мире источниками выбросов углерода, на долю которых приходится 69 % мировых выбросов углерода. Чтобы изучить комплексное влияние экономического развития, потребления энергии, численности населения и уровня технологий на выбросы углерода, были использованы следующие индикаторы:

- а) общая численность населения, чел.;
- б) ВВП на душу населения, долл. США;
- в) доход на душу населения, долл. США;
- г) индекс инноваций;
- д) объем потребления энергии на душу населения, т усл. т.;
- е) объем выбросов углерода на душу населения, т;
- ж) доля расходов на исследование в общих расходах на выбросы углерода, %.

Для выполнения апробации сформулированного методического подхода к комплексной экологической оценке эффективности энергетической экономики в качестве объекта исследований были использованы данные Китая [9–11].

На основе эконометрических исследований взаимосвязи между потреблением энергии (x) и выбросами углерода (y) было получено следующее уравнение регрессии: $y = 3,0615x - 1E + 06$ и $R = 0,7358$, которое свидетельствует о положительной линейной ее форме и о том, что приблизительно 73,58% изменений данных объясняются моделью. Это означает, что по мере увеличения потребления энергии выбросы углерода также соответственно увеличиваются.

Связь между общей численностью населения на конец года (x) и выбросами углерода (y) выражена уравнением регрессии, которое представляет собой

кубический полином $y = 6E - 06x^3 - 2,624x^2 + 358911x - 2 + 10$ с подгонкой $R = 0,8085$, что указывает на то, что модель объясняет приблизительно 80,85 % вариаций данных. Из уравнения видно, что рост населения сопровождается ростом выбросов углерода, но эта связь является более сложной, и на разных значениях численности населения могут быть разные темпы роста.

При этом важно отметить, что взаимосвязь между объемом транзакций на городском и сельском рынках и выбросами углерода характеризуется уравнением регрессии $y = 9,7855x1 + 68344$ и $R = 0,772$, которое указывает на положительную линейную связь, где значение R указывает на то, что модель объясняет приблизительно 77,2 % изменений данных.

Суммируя результаты эконометрических исследований, можно констатировать, что уравнения регрессии демонстрируют влияние потребления энергии, населения и транзакций на городском сельском рынке на выбросы углерода. При этом как линейные, так и полиномиальные регрессионные модели показывают положительную тенденцию корреляции, указывая на то, что по мере роста этих экономических и социальных показателей выбросы углерода также будут увеличиваться. Эти исследования могут стать основой для оценки рисков безопасности в экономике зеленой энергетики и разработки политики и мер по сокращению выбросов углерода.

Построение разумной системы применения энергии с точки зрения преобразования энергетической структуры, углеродных рынков и международной торговли, с одной стороны, будет способствовать улучшению разработки и реализации научной и разумной энергетической политики и поощрению эффективного использования новой энергии, укреплению международного торгового сотрудничества, защиты интересов и безопасности национальной экономики, эффективно реагируя на проблемы глобального изменения климата, а с другой стороны, используя рекомендуемую комплексную оценку эффективности энергетической экономики, можно более качественно диагностировать мероприятия, направленные на усиление развития технологических инноваций отечественной природоохранной отрасли для повышения уровня охраны окружающей среды и международной конкурентоспособности.

Заключение. Результаты исследования показали, чтобы достичь низкоуглеродного устойчивого развития и обеспечить социальную и экономическую безопасность, Китаю следует создать надежный рыночный механизм торговли выбросами углерода, скорректировать структуру энергетики и торговые цены с помощью рыночных средств, оптимизировать распределение ресурсов, повысить эффективность использования энергии и сократить выбросы углерода.

Комплексная экологическая оценка эффективности энергетической экономики должна базироваться на количественном измерении агрегированного, сквозного углеродного следа в контексте реализации концепции устойчивого и конкурентоспособного развития национальной экономики посредством внедрения зеленых инженерных, инвестиционно-финансовых, цифровых энергетических технологий переработки ресурсов, утилизации отходов, сохранения защиты окружающей среды и т. д. Это будет способствовать совершенствованию и развитию механизма торговли выбросами углерода, содействовать развитию промышленных цепочек, таких как чистая энергия, энергосбережение и защита окружающей среды, повышать эффективность использования энергии, сокращать потребление энергии, сокращать загрязнение окружающей среды и повышать конкурентоспособность национальной экономики.

Источники

1. Чжай, В. Низкоуглеродный переход и энергетическая безопасность: пример Китая / В. Чжай, Дж. К. Линь, А. Хертес // *Энергетическая политика*. – 2019. – № 126. – С. 615–627.

Zhai, W. Low-carbon transition and energy security: A case study of China / W. Zhai, J. C. Lin, A. Heertjes // *Energy Policy*. – 2019. – No. 126. – P. 615–627.

2. Опасность углеродного следа богатей оказалась недооцененной. – URL: <https://hi-tech.mail.ru/news/114874-opasnost-uglerodnogo-sleda-bogachej-okazalas-nedoocenenoj/> (дата обращения: 11.11.2024).

The dangers of the rich's carbon footprint have been underestimated. – URL: <https://hi-tech.mail.ru/news/114874-opasnost-uglerodnogo-sleda-bogachej-okazalas-nedoocenenoj/> (date of access: 11.11.2024).

3. Углеродный след богатых людей сильно недооценивается. – URL: <https://nauka.err.ee/1609452995/uglerodnyj-sled-bogatyh-ljudej-silno-nedoocenivaetsja/> (дата обращения: 20.11.2024).

The carbon footprint of rich people is greatly underestimated. – URL: <https://nauka.err.ee/1609452995/uglerodnyj-sled-bogatyh-ljudej-silno-nedoocenivaetsja/> (date of access: 20.11.2024).

4. Меры по борьбе с изменением климата. – URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement> (дата обращения: 02.11.2024).

Measures to combat climate change. – URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement> (date of access: 02.11.2024).

5. Доу, Дж. Международное сравнительное исследование стратегий энергетической экономической безопасности / Дж. Доу // *Сравнительные исследования*. – 2020. – № 10 (1). – С. 1–20.

Doe, J. International comparative study of energy and economic security strategies / Doe, J // *J Comparative Studies*. – 2020. – No. 10 (1). – P. 1–20.

6. Смит, Дж. Изменение климата и энергоэкономическая безопасность / Дж. Смит // *Изменение климата. Энергетика. Экономика*. – 2019. – № 12(3). – С. 203–218.

Smith, J. Climate change and energy and economic security / J. Smith // *Climate Change Energ. Econom.* – 2019. – No. 12(3). – P. 203–218.

7. Роль возобновляемых источников энергии в энергетической безопасности Китая и смягчении последствий изменения климата: анализ декомпозиции индекса. – URL: https://www.researchgate.net/publication/326100537_Role_of_renewable_energy_in_China's_energy_security_and_climate_change_mitigation_An_index_decomposition_analysis/ (дата обращения: 14. 10.2024).

Role of renewable energy in China's energy security and climate change mitigation: An index decomposition analysis. – URL: https://www.researchgate.net/publication/326100537_Role_of_renewable_energy_in_China's_energy_security_and_climate_change_mitigation_An_index_decomposition_analysis/ (date of access: 14.10.2024).

8. Сокращение выбросов углерода в Китае: роль чистой энергии, технологических инноваций и политико-институционального качества. – URL: <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2022.814439/full> (дата обращения: 16.10.2024).

Mitigating carbon emissions in China: the role of clean energy, technological innovation, and political-institutional quality. – URL: <https://www.frontiersin.org/>

journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2022.814439/full/ (date of access: 16.10.2024).

9. Глобальный углеродный бюджет 2023. – URL: <https://globalcarbonatlas.org> (дата обращения: 16.10.2024).

Global carbon budget 2022 [Electronic resource]. – URL: <https://globalcarbonatlas.org> (date of access: 16.10.2024).

10. Глобальный углеродный атлас. – URL: <https://globalcarbonatlas.org> (дата обращения: 20.10.2024).

Global carbon atlas. – URL: <https://globalcarbonatlas.org> (date of access: 20.10.2024).

11. Ежегодный отчет Китайского национального центра возобновляемой энергетики. Энергетический переход Китая: политика, прогресс и вызовы. – Пекин : Китайский национальный центр возобновляемой энергетики, 2021.

Annual report of China national center for renewable energy. China's energy transition: policies, progress, and challenges. – Beijing : China national center for renewable energy, 2021.

Статья поступила в редакцию 26.11.2024.

УДК 620.9

T. Zoryna
BSEU (Minsk)

JUSTIFICATION OF THRESHOLD VALUES OF INDICATORS FOR ASSESSING THE ENERGY SECURITY OF THE REPUBLIC OF BELARUS BASED ON THE CLASSICAL ASYMPTOTIC THEORY OF EXTREME VALUES

The article analyzes the main methodological approaches to substantiating threshold values that can be used to assess the energy security of the Republic of Belarus, and identifies their advantages and disadvantages. Using the classical asymptotic theory of extreme values, the threshold values of indicators are substantiated according to the current Concept of Energy Security of the Republic of Belarus.

Keywords: energy security; energy security indicators; classical asymptotic extreme value theory.

Т. Г. Зорина
доктор экономических наук, профессор
БГЭУ (Минск)

ОБОСНОВАНИЕ ПОРОГОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ ИНДИКАТОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА ОСНОВЕ КЛАССИЧЕСКОЙ АСИМПТОТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ

В статье проанализированы основные методические подходы к обоснованию пороговых значений, которые могут быть использованы для оценки энергетической безопасности Республики Беларусь, выявлены их преимущества и недостатки. С помощью