

pISSN 2073-2872
eISSN 2311-875X

Национальные интересы

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Светлана Семеновна ГУТМАН ^{a,*},
Виктория Владимировна БРАЗОВСКАЯ ^b

^a кандидат экономических наук,
доцент Высшей инженерно-экономической школы,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ),
Санкт-Петербург, Российская Федерация
SGutman@spbstu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1098-3915>
SPIN-код: 1028-3558

^b студентка Высшей инженерно-экономической школы,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ),
Санкт-Петербург, Российская Федерация
brazovskaya_vv@spbstu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9252-7410>
SPIN-код: 3404-5530

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 154/2022
Получена 27.03.2022
Получена в
доработанном виде
05.05.2022
Одобрена 23.05.2022
Доступна онлайн
15.06.2022

УДК 338

JEL: O13, P18, P48, Q01

Ключевые слова:

энергетическая
безопасность, нечеткая
логика, цели
устойчивого развития

Аннотация

Предмет. Обеспечение энергетической безопасности России.

Цели. Сравнение России с другими странами по уровню энергетической безопасности.

Методология. Для расчета уровня энергетической безопасности авторами использован метод нечеткой логики, позволяющий проводить оценку как качественных, так и количественных переменных.

Результаты. Выявлено, что уровень энергетической безопасности России составляет 0,557. Данный показатель принадлежит на 46,3% подмножеству «уровень энергетической безопасности выше среднего» и на 53,7% подмножеству «средний уровень энергетической безопасности». В целом уровень энергетической безопасности в странах с наиболее высоким индексом устойчивого развития находится на уровне выше среднего. Среди стран, имеющих наиболее высокий индекс устойчивого развития по итогам 2019 г., наиболее высокий уровень энергетической безопасности – у Дании.

Выводы. Уровень энергетической безопасности России оказался ниже по сравнению с исследуемыми странами. Необходимо разработать рекомендации по повышению уровня энергетической безопасности на основе зарубежного опыта.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2022

Для цитирования: Гутман С.С., Бразовская В.В. Оценка уровня энергетической безопасности Российской Федерации в контексте устойчивого развития // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2022. – Т. 18, № 6. – С. 1039 – 1058.
<https://doi.org/10.24891/ni.18.6.1039>

Введение

Энергетическая безопасность является фундаментом комплексной безопасности как любой отдельно взятой страны, так и всего мира, а ее обеспечение – одной из целей устойчивого развития. Понятие «энергетическая безопасность» включает в себя множество компонентов и, как следствие, имеет различные интерпретации. Так, Мировой Энергетический Совет определяет данное понятие как способность страны удовлетворить свои текущие и прогнозируемые потребности в энергии¹.

На законодательном уровне в нашей стране это понятие определено как состояние защищенности экономики и населения страны от угроз национальной безопасности в сфере энергетики, при котором обеспечивается выполнение предусмотренных законодательством Российской Федерации требований к тепло- и энергоснабжению потребителей, а также выполнение экспортных контрактов и международных обязательств Российской Федерации².

Подходы к исследованию энергетической безопасности включают в себя множество аспектов (экономический, политический, технологический, экологический и т.д.), но, в конечном счете, они все обращены к двум важнейшим целям энергетической безопасности: защите государства от дефицита энергоресурсов и способности обеспечить государство энергией в нужном количестве и качестве. В условиях истощения углеводородных источников энергии первая задача обретает особую актуальность. В последние десятилетия в мире увеличивается доля возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в производстве электроэнергии. Нельзя не отметить общемировую тенденцию роста заинтересованности научного сообщества в развитии возобновляемых источников, что отражено в работах таких ученых, как С.В. Ратнер, Т.Д. Аксюк [1], А.В. Большакова и А.Н. Нуриева³, Л. Хаара [2], М. Раджавуори и К. Хухта [3] и др.

¹ World Energy Council. URL: <https://www.worldenergy.org/>

² Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 13.05.2019 № 216). URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44252>

³ Большаков А.В., Нуриев А.Н. Возобновляемые источники электроэнергии и инновационное развитие в энергетике. В кн.: Электроэнергетика глазами молодежи-2018: Материалы IX Международной молодежной научно-технической конференции. Казань: Казанский

Для проведения мониторинга реализации политики в области энергетической безопасности необходим набор качественных и количественных показателей, позволяющих отслеживать достигнутые результаты и тенденции развития в данной области. Государственные и негосударственные учреждения, международные организации и ученые из разных стран занимаются разработкой и продвижением различных методик оценки уровня энергетической безопасности.

Для оценки уровня энергетической безопасности стран применяются различные методы и подходы. Самым распространенным методом оценки уровня энергетической безопасности является индикативный [4, 5]. Он отличается легкостью интерпретации данных. Существуют различные варианты использования метода индикативного анализа. Для того чтобы охарактеризовать безопасность энергосистем, можно использовать как один индикатор, так и группу показателей для получения комплексной оценки⁴.

Использование группы индикаторов для оценки энергетической безопасности предполагает применение интегрального метода оценки. Он имеет различные формы. Например, V. Vivoda применяет инструмент, основанный на новой и расширенной концепции энергетической безопасности [6].

В отличие от индикативного подхода, дискриминантный анализ не требует определения пороговых значений для исследуемых показателей. С другой стороны, метод подразумевает сложность выделения факторов угроз энергетической безопасности, что связано с трудностями содержательной интерпретации дискриминантных функций.

Во многих случаях сложно собрать необходимое количество данных из-за их неточности или ограниченности. Также показатели могут не учитывать некоторые факторы, оказывающие влияние на безопасность энергетических систем. В таких случаях для определения уровня энергетической безопасности применяют метод теории нечетких множеств [7, 8]. Основным преимуществом использования данного метода является возможность определения уровня энергетической безопасности в ситуациях, когда индикаторы могут быть описаны только вербальным путем.

государственный энергетический университет, 2018. С. 35–37.

⁴ *Карпентян К.* Интегральный показатель оценки уровня энергетической безопасности и его прогнозирование // 21-й век. 2009. № 4. С. 10–49. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integralnyy-pokazatel-otsenki-urovnya-energeticheskoy-bezopasnosti-i-ego-prognozirovanie/viewer>

Еще одним подходом к определению уровня энергетической безопасности является нейросетевой анализ. Для построения нейронной сети необходимо определить выборку из индикаторов, которые определяют тот или иной уровень энергетической безопасности. Затем с помощью вычислительного эксперимента получается обученная нейронная сеть, способная оценивать уровень энергетической безопасности.

Согласно исследованию В.В. Литвака, в оценку уровня энергетической безопасности может входить более 100 показателей⁵. В то же время некоторые исследователи предлагают проводить оценку энергетической безопасности, используя один показатель – например, долю собственных энергоресурсов в общем объеме энергопотребления⁶. Многообразие показателей усложняет процесс проведения аналитических расчетов и сопоставление уровня энергетической безопасности различных стран. Существенной проблемой нередко становится и поиск необходимых исходных данных для проведения оценки уровня энергетической безопасности.

При существующих ограничениях перед авторами стояла задача выбора методики, основанной на применении общедоступной информации, которой достаточно для оценки уровня энергетической безопасности страны, а также для проведения межстрановых сопоставлений. Решением данной проблемы являлось применение метода нечеткой логики, который позволяет проводить оценку уровня энергетической безопасности стран, используя широко доступную информацию.

Целью данного исследования является оценка уровня энергетической безопасности Российской Федерации и стран, имеющих наиболее высокий индекс устойчивого развития по итогам 2019 г.

Материалы и методы исследования

В качестве применяемых для достижения цели данного исследования методов можно выделить системный, сравнительный и контентный анализ, относящиеся к категории качественных методов. Методологической базой

⁵ Литвак В.В., Силич В.А. Концепция энергетической безопасности субъектов федерации // ЭСКО. 2006. № 1.

⁶ Войкова Н.А., Беленцов В.Н. Интегральная оценка электроэнергетической независимости государства // Экономика промышленности. 2007. № 4. С. 20–23.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integralnaya-otsenka-elektroenergeticheskoy-nezavisimosti-gosudarstva/viewer>

выполненных в статье расчетов служили сбор и обработка статистической информации, экспертные процедуры, нечеткая логика.

Метод нечеткой логики позволяет провести оценку уровня энергетической безопасности на основе не только количественных, но качественных характеристик, что позволит учесть мнения различных экспертов и рейтинги в данной области. Идея теории нечетких множеств была представлена в классической работе L. Zadeh [7]. Теория нечетких множеств и нечеткая логика составляют основу лингвистического подхода, при котором переменные, участвующие в аналитическом описании модели, могут принимать лингвистические значения. Использование нечетко-множественных моделей и получение агрегированных оценок на основе множества имеющихся индикаторов, различных по свойствам и единицам измерения, позволяет упростить процедуру анализа, а также осуществлять классификацию объектов исследования по комплексу существенных параметров и сравнить их с заданной степенью точности [9].

Теория нечетких множеств предполагает следующую последовательность действий:

- определение перечня количественных и качественных показателей, характеризующих уровень развития энергетической безопасности;
- введение лингвистической переменной и формирование шкал для оценки уровня развития энергетической безопасности стран;
- нормирование показателей и формирование матрицы значений факторов;
- расчет агрегированного показателя уровня энергетической безопасности стран.

Перечень количественных и качественных показателей, характеризующих уровень развития энергетической безопасности, был определен авторами в исследовании [10]. Авторы разработали комплекс индикаторов оценки реализации стратегии энергетической безопасности Российской Федерации на основе системы сбалансированных показателей. Предложенный комплекс индикаторов был использован для формирования шкалы и расчета уровня энергетической безопасности стран в настоящем исследовании.

В целом использование нечетко-множественных подходов и получение агрегированных оценок на основе множества имеющихся индикаторов, различных по свойствам и единицам измерения, позволяет упростить

процедуру анализа и получить количественную оценку достигнутого уровня исследуемого явления (в нашем случае – оценить уровень энергетической безопасности).

Результаты

Шаг 1. Определение перечня количественных и качественных показателей, характеризующих уровень развития энергетической безопасности. В рамках данного исследования за основу был выбран комплекс индикаторов (45 показателей), характеризующих уровень энергетической безопасности стран, предложенный в предыдущей работе авторов [10]. В данном исследовании ограничением выступил доступ к данным, поэтому расчеты произведены на основе 17 индикаторов, взятых в качестве входных переменных X_i (табл. 1).

Шаг 2. Введение лингвистической переменной и формирование шкал для оценки уровня развития энергетической безопасности стран. Введем лингвистическую переменную «Уровень энергетической безопасности», описав ее совокупностью индикаторов:

$$Y = [x; T; D],$$

где x – наименование переменной «уровень энергетической безопасности»; T – множество значений «низкий уровень энергетической безопасности», «уровень энергетической безопасности ниже среднего», «средний уровень энергетической безопасности», «уровень энергетической безопасности выше среднего» и «высокий уровень энергетической безопасности»; D – область определения на отрезке $[0; 1]$.

Каждый из факторов имеет свою область определения. В соответствии с основными положениями теории нечетких множеств, если каждому фактору ставится в соответствие степень его принадлежности к нечетному множеству A , то эта принадлежность выражается числом $\mu_A(x)$ – функцией принадлежности на интервале $[0; 1]$.

Далее каждому значению лингвистической переменной, которое по своему построению является нечетким подмножеством значений интервала $(0, 1)$, сопоставляется функция принадлежности интегрального показателя тому или иному нечеткому подмножеству. Можно представить подобную функцию в виде треугольной функции принадлежности $\mu(x)$, описываемой треугольными числами вида $\beta(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$, где α_1

и α_3 – абсциссы нижнего основания, α_2 – абсцисса верхней точки треугольника, задающая $\mu(x)$ в области с ненулевой принадлежностью носителя x соответствующему нечеткому подмножеству.

Таким образом, значение функции Y будет характеризовать уровень энергетической безопасности страны в зависимости от ряда выбранных факторов. Эта функция будет называться параметром, оценивающим данный элемент. Для оценки уровня энергетической безопасности в данном исследовании была разработана шкала нечетких значений переменной Y .

В табл. 2 представлена шкала оценки уровня энергетической безопасности. Факторы, использованные для моделирования в качестве входных, представлены в табл. 1. С помощью данных факторов представляется возможным оценить уровень энергетической безопасности России и стран, имеющих наиболее высокий индекс устойчивого развития по итогам 2019 г.

Шаг 3. Нормирование показателей и формирование матрицы значений факторов. В табл. 3 представлены исходные значения показателей модели за 2019 г., а также минимальные и максимальные значения данных факторов, необходимые для расчета уровня энергетической безопасности с помощью нечетко-множественного подхода. Авторами был выбран 2019 г., так как он является переходным к пандемии по всему миру. Данные по 2020 г. содержат множество экстремальных значений, которые в значительной степени отклоняются от предыдущих временных рядов и являются «выбросами»^{7, 8} [11].

Факторы X_6 , X_7 , X_{13} , X_{14} , X_{15} , X_{16} и X_{17} имеют обратное влияние на уровень энергетической безопасности, то есть рост значений данных показателей приводит к снижению уровня энергетической безопасности исследуемого объекта. Нормирование производится по формуле

$$X = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}.$$

Для факторов X_6 , X_7 , X_{13} , X_{14} , X_{15} , X_{16} и X_{17} используется формула

$$X = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}.$$

⁷ Radecki J., Schonfeld R. The Impacts of COVID-19 on the Research Enterprise: A Landscape Review. URL: <https://bluesyemre.com/2020/10/27/the-impacts-of-covid-19-on-the-research-enterprise-a-landscape-review/>

⁸ Ng S. Modeling Macroeconomic Variations after COVID-19. *National Bureau of Economic Research Working Paper*, 2021, no. 29060. URL: <https://doi.org/10.3386/w29060>

Результаты нормирования представлены в табл. 4.

Шаг 4. Расчет агрегированного показателя уровня энергетической безопасности стран. После определения нормированных значений входных переменных уровни факторов классифицируются согласно своим функциям принадлежности. В данном исследовании все факторы обладают равной значимостью, поэтому им присваивается уровень значимости

$$r_i = 1/17 = 0,059 \text{ .}$$

Узловые точки определяются по следующей формуле:

$$y_i = 0,833 - 0,167 \cdot (5 - j) \text{ .}$$

Значение итогового индекса рассчитывается так:

$$y = \sum_{j=1}^5 y_j \sum_{i=1}^N r_i \lambda_{ij} \text{ .}$$

На основе проведенных расчетов значение интегрального показателя уровня энергетической безопасности составило 0,557, что означает, что данный показатель принадлежит подмножеству «уровень энергетической безопасности выше среднего» на 46,3% и подмножеству «средний уровень энергетической безопасности» на 53,7%.

Выводы

Построенная модель позволяет сделать выводы об уровне энергетической безопасности анализируемых стран. На *рис. 1* представлены итоговые результаты оценки уровня энергетической безопасности. Наиболее высокое значение итогового показателя из анализируемых стран оказалось у Дании. Это означает, что в настоящее время страна имеет самый высокий уровень энергетической безопасности по итогам 2019 г. Классифицируя значение индекса, равное 0,665, по функции принадлежности, можно сделать вывод о том, что уровень энергетической безопасности Дании на 98,5% относится к уровню выше среднего и на 1,5% – к среднему уровню. В наибольшей степени такой показатель достигается за счет высоких значений таких индикаторов, как количество изобретений, связанных с охраной окружающей среды, доля возобновляемой электроэнергии в общем объеме производства электроэнергии и энергетическая производительность.

Итоговый показатель Швеции равен 0,653. Это означает, что страна на 92% имеет уровень энергетической безопасности выше среднего и на 8% – средний. Стоит отметить, что среди анализируемых стран Швеция имеет абсолютное преимущество по такому индикатору, как доля возобновляемых источников энергии в общем объеме конечного потребления энергии. Также можно выделить высокие значения индикаторов, определяющих долю возобновляемых источников энергии и возобновляемой электроэнергии в производстве.

Австрия расположилась на третьем месте по уровню энергетической безопасности со значением итогового показателя 0,649. Это означает, что на 89,5% страна имеет уровень энергетической безопасности выше среднего уровня и на 10,5% – средний. Данный результат достигается за счет высоких значений по таким индикаторам, как доля возобновляемых источников энергии и доля возобновляемой электроэнергии в общем объеме производства. Австрия имеет хорошие результаты по таким показателям, как доля возобновляемых источников энергии в общем объеме конечного потребления, энергетическая производительность и количество изобретений в области охраны окружающей среды.

Значение итогового показателя в Финляндии по итогам 2019 г. равно 0,64, что говорит о том, что страна на 84% имеет уровень энергетической безопасности выше среднего и на 16% – средний. Итоговые показатели Германии и Франции равны 0,632 и 0,604 соответственно. Это означает, что уровень энергетической безопасности Германии на 79,3% является уровнем выше среднего и на 20,7% – средним. Во Франции уровень энергетической безопасности на 62,5% оценен как уровень выше среднего и на 37,5% – как средний.

Что касается России, то среди анализируемых стран уровень ее энергетической безопасности является самым низким. Значение итогового показателя равно 0,557, что определяет уровень энергетической безопасности на 46,3% как уровень выше среднего и на 53,7% – как средний. Стоит отметить, что практически все входящие в модель индикаторы, оцененные для России, имеют более низкие значения показателей по сравнению с анализируемыми странами, поэтому необходимо разработать некоторые рекомендации по повышению уровня энергетической безопасности на основе зарубежного опыта.

В целом уровень энергетической безопасности в странах с наиболее высоким индексом устойчивого развития находится на уровне выше

среднего. Индикаторы, включенные в модель, позволяют анализировать состояние энергетической безопасности, а также оценивать результаты достижения целей устойчивого развития, поэтому прослеживается необходимость повышения уровня энергетической безопасности в контексте реализации концепции устойчивого развития.

В качестве будущего направления исследований авторы предполагают сравнение полученных результатов с результатами расчетов, в которых учтены данные 2020 и 2021 гг. С помощью такого сравнения можно будет увидеть, как повлияла пандемия на энергетическую безопасность России и других стран [12–14], рассмотренных в данном исследовании. Дальнейшее включение в исследование данных 2022 г. поможет сделать вывод о влиянии санкций и отказа от ресурсов России на энергетическую безопасность нашей страны.

Также возможно расширение исследований при возможности доступа к информации и проведении опроса экспертов, что позволит включить качественные переменные в исследование. Например, появится возможность оценить показатели «доступность запасных частей и расходных материалов», «уровень тарифов на торговлю», «наличие мер протекционизма», которые точно изменятся из-за политической ситуации в мире.

Таблица 1
Входные переменные модели

Table 1
Input variables of the model

Переменные	Значения
X_1	Количество изобретений, связанных с охраной окружающей среды (на душу населения)
X_2	Общее количество патентов на экологические технологии, %
X_3	Доля возобновляемых источников энергии в производстве энергии, %
X_4	Доля производства возобновляемой электроэнергии в общем объеме, %
X_5	Энергетическая производительность (долл. США за единицу общего объема первичного энергоснабжения)
X_6	Энергоемкость ВВП (кг нефтяного эквивалента на тыс. долл. США)
X_7	Потери при распределении электроэнергии, % от объема производства
X_8	Доля возобновляемых источников энергии в общем объеме конечного потребления энергии, %)
X_9	Общее количество научных публикаций в области возобновляемых источников энергии, устойчивого развития и окружающей среды (ед.)
X_{10}	Доля населения, имеющего доступ к электричеству, %
X_{11}	Доля населения, имеющего доступ к чистому топливу, %
X_{12}	Доля безопасно очищаемых сточных вод, % от всего объема сточных вод
X_{13}	Выбросы парниковых газов (тыс. т CO ₂ экв.)
X_{14}	Выбросы CO ₂ (млн т в год)
X_{15}	Выбросы CO ₂ на душу населения (метрических т)
X_{16}	Углеродоемкость производства энергии (млн т. CO ₂ /ТВтч)

X_{17}	Количество человек, пострадавших от стихийных бедствий, связанных с климатом (на 100 тыс. чел. населения)
----------	---

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2

Шкала нечетких значений переменной Y

Table 2

The scale of fuzzy values of the Y variable

Множество значений	Наименование	Описание
0–0,333	Низкий уровень энергетической безопасности	Экологически чистые технологии не используются; применение возобновляемых источников энергии в производстве и потреблении ограниченное или отсутствует; низкий уровень энергетической производительности; производство электроэнергии сопровождается большими потерями; низкий процент населения имеет свободный доступ к электричеству, чистому топливу и чистой воде; научная деятельность в области охраны окружающей среды не развита; большие объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и воду; высокая углеродоемкость производства; большое количество пострадавших при авариях, связанных с энергетической деятельностью
0,167–0,5	Уровень энергетической безопасности ниже среднего	Экологически чистые технологии не используются; доля возобновляемых источников энергии в производстве и потреблении низкая; низкий уровень энергетической производительности; производство электроэнергии сопровождается довольно большими потерями; меньше половины населения имеет свободный доступ к электричеству, чистому топливу и чистой воде; научная деятельность в области охраны окружающей среды развита плохо; большие объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и воду; высокая углеродоемкость производства; большое количество пострадавших при авариях, связанных с энергетической деятельностью
0,333–0,667	Средний уровень энергетической безопасности	В производстве половина используемых технологий является экологически чистыми; в производстве и потреблении используются возобновляемые источники энергии; уровень энергетической производительности находится на среднем уровне в сравнении с мировыми показателями; производство электроэнергии сопровождается небольшими потерями; население имеет свободный доступ к электричеству, чистому топливу и чистой воде; развивается научная деятельность в области охраны окружающей среды; объемы выбросов

		загрязняющих веществ в атмосферу и воду велики; углеродоемкость производства невысокая; небольшое количество пострадавших при авариях, связанных с энергетической деятельностью
0,5–0,833	Уровень энергетической безопасности выше среднего	Большинство используемых технологий – экологически чистые; высокая доля возобновляемых источников энергии в производстве и потреблении; высокий уровень энергетической производительности; низкие потери при производстве электроэнергии; население имеет свободный доступ к электричеству, чистому топливу и чистой воде; научная деятельность в области охраны окружающей среды хорошо развита; низкие объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и воду; низкая углеродоемкость производства; небольшое количество пострадавших при авариях, связанных с энергетической деятельностью
0,667–1	Высокий уровень энергетической безопасности	В производстве используются только экологически чистые технологии и возобновляемые источники энергии; высокий уровень энергетической производительности; отсутствуют потери при производстве электроэнергии; все население имеет свободный доступ к электричеству, чистому топливу и чистой воде; научная деятельность в области охраны окружающей среды хорошо развита; объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и воду минимальны или полностью отсутствуют; низкая углеродоемкость производства; минимальное количество пострадавших при авариях, связанных с энергетической деятельностью или их отсутствие

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3**Исходные значения индикаторов модели за 2019 г.****Table 3****Initial values of the model's indicators for 2019**

Переменные	Значения по странам		
	Россия	Дания	Швеция
X_1	1	68	38
X_2	6,92	22,47	12,62
X_3	17,2	65,5	55,3
X_4	15,66	75,59	64,26
X_5	4 817	16 199	9 928
X_6	131,61	55,65	101,34
X_7	10,1	6,2	5,6
X_8	3,3	33,2	53,2
X_9	129	160	180
X_{10}	100	100	100
X_{11}	98,3	100	100
X_{12}	72,7	86,7	87
X_{13}	1 699 877	35 325	36 632
X_{14}	1 530,6	34,1	44,3
X_{15}	10,5	5,2	3,5
X_{16}	1,5	1,1	0,2
X_{17}	7,4	0	0

Продолжение

Переменные	Значения по странам			
	Финляндия	Франция	Австрия	Германия
X_1	31	20	31	43
X_2	11,86	11,11	9,82	11,47
X_3	44,5	19,9	76,5	36
X_4	46,83	17,19	80,85	33,79
X_5	6 646	10 615	12 014	12 427
X_6	144,4	91,94	83,03	80,72
X_7	4,2	7,5	5,5	3,7
X_8	43,2	13,5	34,4	14,2
X_9	106	301	83	620
X_{10}	100	100	100	100
X_{11}	100	100	100	100
X_{12}	75,9	66,4	91,9	96,8
X_{13}	41 023	332 707	56 272	765 661
X_{14}	45	309,4	61,1	728,9
X_{15}	7,6	4,3	7	8,2
X_{16}	0,6	0,5	1,1	1,2
X_{17}	0	3,8	1,9	0,2

Продолжение

Переменные	Граничные значения	
	минимум	максимум
X_1	0	78
X_2	0	91
X_3	0	100
X_4	0	100
X_5	2 344	27 557
X_6	39,52	421,52

X_7	2	71
X_8	2,7	77
X_9	3	4 792
X_{10}	7,6	100
X_{11}	0,6	100
X_{12}	0	100
X_{13}	1 908	5 424 824
X_{14}	11,9	9 622,1
X_{15}	0,1	29,9
X_{16}	0,1	22,6
X_{17}	0	67 892,8

Источник: авторская разработка на основе: Nation Master. Global Trends, Statistics and Insights for Energy & Environment.

URL: <https://www.nationmaster.com/nmx/sector/energy--environment>; OECD.Stat.

URL: <https://stats.oecd.org/>

Source: Authoring, based on: Nation Master. Global Trends, Statistics and Insights for Energy & Environment. URL: <https://www.nationmaster.com/nmx/sector/energy--environment>; OECD.Stat. URL: <https://stats.oecd.org/>

Таблица 4

Нормированные значения факторов

Table 4

Normalized factors' values

Переменные	Россия	Дания	Швеция	Финляндия
X_1	0,013	0,872	0,487	0,397
X_2	0,076	0,247	0,139	0,13
X_3	0,172	0,655	0,553	0,445
X_4	0,157	0,756	0,643	0,468
X_5	0,098	0,55	0,301	0,171
X_6	-0,241	-0,042	-0,162	-0,275
X_7	-0,117	-0,061	-0,052	-0,032
X_8	0,008	0,41	0,68	0,545
X_9	0,026	0,033	0,037	0,022
X_{10}	1	1	1	1
X_{11}	0,983	1	1	1
X_{12}	0,727	0,867	0,87	0,759
X_{13}	-0,313	-0,006	-0,006	-0,007
X_{14}	-0,158	-0,002	-0,003	-0,003
X_{15}	-0,349	-0,171	-0,114	-0,252
X_{16}	-0,062	-0,044	-0,004	-0,022
X_{17}	-0,0001	0	0	0

Продолжение

Переменные	Франция	Австрия	Германия
X_1	0,256	0,397	0,551
X_2	0,122	0,108	0,126
X_3	0,199	0,765	0,36
X_4	0,172	0,809	0,338
X_5	0,328	0,384	0,4
X_6	-0,137	-0,114	-0,108
X_7	-0,08	-0,051	-0,025
X_8	0,145	0,427	0,155

X_9	0,062	0,017	0,129
X_{10}	1	1	1
X_{11}	1	1	1
X_{12}	0,664	0,919	0,968
X_{13}	-0,061	-0,01	-0,141
X_{14}	-0,031	-0,005	-0,075
X_{15}	-0,141	-0,232	-0,272
X_{16}	-0,018	-0,044	-0,049
X_{17}	-0,00006	-0,00003	-0,000003

Источник: авторская разработка

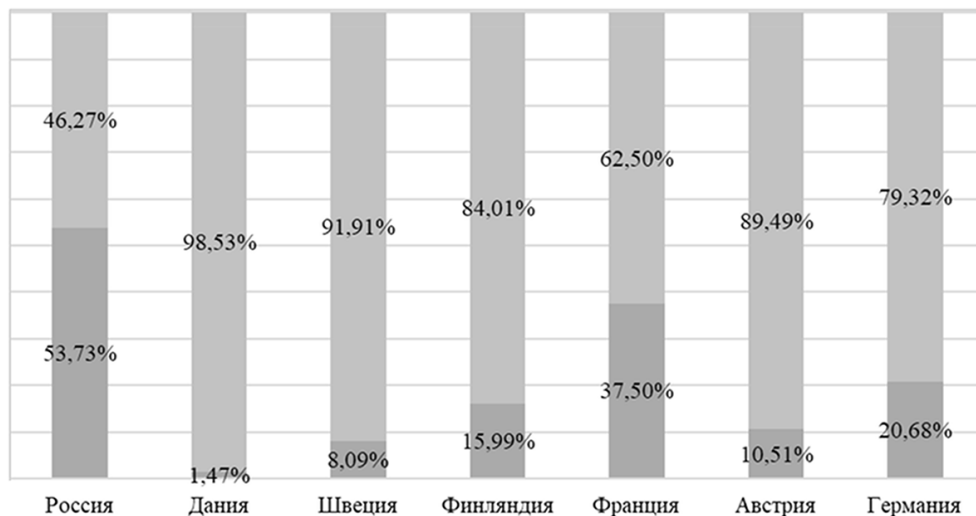
Source: Authoring

Рисунок 1

Результаты оценки уровня энергетической безопасности некоторых стран

Figure 1

Results of assessing the energy security level



Примечание. По каждой стране указаны: средний уровень экономической безопасности (нижняя часть рисунка); уровень экономической безопасности выше среднего (верхняя часть рисунка).

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Ратнер С.В., Аксюк Т.Д. Зарубежный опыт стимулирования микрогенерации на основе возобновляемых источников энергии: организационно-экономические аспекты // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2017. Т. 10. № 4. С. 104–113. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zarubezhnyy-opyt-stimulirovaniya-mikrogeneratsii-na-osnove-vozobnovlyаемых-istochnikov-energii-organizatsionno-ekonomicheskie-aspekty>

mikrogeneratsii-na-osnove-vozobnovlyaemyh-istochnikov-energii-organizatsionno-ekonomicheskie/viewer

2. Haar L., Haar L.N. A Financial Option Perspective on Energy Security and Strategic Storage. *Energy Strategy Reviews*, 2019, vol. 25, pp. 65–74. URL: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100364>
3. Rajavuori M., Huhta K. Investment Screening: Implications for the Energy Sector and Energy Security. *Energy Policy*, 2020, vol. 144. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111646>
4. Баев И.А., Каримова Т.Г. Индикативный анализ энергетической безопасности предприятия // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». 2009. № 9. С. 53–58. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/indikativnyy-analiz-energeticheskoy-bezopasnosti-predpriyatiya/viewer>
5. Куишкина В.Р. Модель оценки энергетической безопасности автономных систем электроснабжения северных территорий // Интернет-журнал «Науковедение». 2016. Т. 8. № 6. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/81TVN616.pdf>
6. Vivoda V. Evaluating Energy Security in the Asia-Pacific Region: A Novel Methodological Approach. *Energy Policy*, 2010, vol. 38, iss. 9, pp. 5258–5263. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.05.028>
7. Zadeh L.A. Fuzzy Sets. *Information and Control*, 1965, vol. 8, iss. 3, pp. 338–353. URL: https://www-liphy.univ-grenoble-alpes.fr/pagesperso/bahram/biblio/Zadeh_FuzzySetTheory_1965.pdf
8. Lee S.-K., Mogi G., Kim J.-W. Decision Support for Prioritizing Energy Technologies against High Oil Prices: A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 2009, vol. 22, iss. 6, pp. 915–920. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2009.07.001>
9. Nedosekin A.O. Fuzzy Financial Management. Moscow, AFA Library Publ., 2003, 184 p.
10. Гутман С.С., Зайцева А.А. Комплекс индикаторов оценки реализации стратегии энергетической безопасности РФ в контексте достижения ЦУР // Научный вестник Южного института менеджмента. 2020. № 2. С. 5–11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleks-indikatorov-otsenki->

realizatsii-strategii-energeticheskoy-bezopasnosti-rf-v-kontekste-dostizheniya-tsuz

11. *Katris C.* A Time Series-based Statistical Approach for Outbreak Spread Forecasting: Application of COVID-19 in Greece. *Expert Systems with Applications*, 2021, vol. 166.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114077>
12. *Radovanović M., Filipović S., Pavlović D.* Energy Security Measurement – A Sustainable Approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, vol. 68, part 2, pp. 1020–1032.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.02.010>
13. *Hoang A.T., Nžetić S., Olcer A.I. et al.* Impacts of COVID-19 Pandemic on the Global Energy System and the Shift Progress to Renewable Energy: Opportunities, Challenges, and Policy Implications. *Energy Policy*, 2021, vol. 154. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112322>
14. *Sotnyk I., Kurbatova T., Kubatko O. et al.* Energy Security Assessment of Emerging Economies under Global and Local Challenges. *Energies*, 2021, vol. 14, iss. 18. URL: <https://doi.org/10.3390/en14185860>

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 2073-2872
eISSN 2311-875X

National Interests

ASSESSING THE LEVEL OF RUSSIAN ENERGY SECURITY IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Svetlana S. GUTMAN ^{a,*},
Viktoriya V. BRAZOVSKAYA ^b

^a Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russian Federation
SGutman@spbstu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1098-3915>

^b Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russian Federation
brazovskaya_vv@spbstu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9252-7410>

* Corresponding author

Article history:

Article No. 154/2022
Received 27 Mar 2022
Received in revised
form 5 May 2022
Accepted 23 May 2022
Available online
15 June 2022

JEL classification:
O13, P18, P48, Q01

Keywords: energy
security, fuzzy logic,
sustainable
development goal

Abstract

Subject. The article considers issues of energy security in Russia.
Objectives. The aim is to compare Russia with other countries in terms of energy security.
Methods. To calculate the level of energy security, we applied the fuzzy logic method, enabling to evaluate both qualitative and quantitative variables.
Results. The study revealed that the level of energy security of Russia is 0.557. This indicator is between the subset of "energy security level above average" and the subset of "average energy security level". In general, the level of energy security in the countries with the highest index of sustainable development is above average. Among the countries with the highest index of sustainable development, according to the results of 2019, Denmark has the highest level of energy security.
Conclusions. The level of energy security of Russia turned out to be lower as contrasted with the studied countries. It is important to develop recommendations for improving the level of energy security based on foreign experience.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2022

Please cite this article as: Gutman S.S., Brazovskaya V.V. Assessing the Level of Russian Energy Security in the Context of Sustainable Development. *National Interests: Priorities and Security*, 2022, vol. 18, iss. 6, pp. 1039–1058.
<https://doi.org/10.24891/ni.18.6.1039>

References

1. Ratner S.V., Aksyuk T.D. [Foreign experience of stimulating microgeneration based on renewable energy sources: Organizational and economic aspects]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki* = *St.Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 2017, vol. 10, iss. 4, pp. 104–113. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zarubezhnyy-opyt-stimulirovaniya-mikrogeneratsii-na-osnove-vozobnovlyaemyh-istochnikov-energii-organizatsionno-ekonomicheskie/viewer> (In Russ.)
2. Haar L., Haar L.N. A Financial Option Perspective on Energy Security and Strategic Storage. *Energy Strategy Reviews*, 2019, vol. 25, pp. 65–74. URL: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100364>
3. Rajavuori M., Huhta K. Investment Screening: Implications for the Energy Sector and Energy Security. *Energy Policy*, 2020, vol. 144. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111646>
4. Baev I.A., Karimova T.G. [Indicative analysis of power safety of an enterprise]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Ekonomika i menedzhment* = *Bulletin of South Ural State University. Series: Economics and Management*, 2009, no. 9, pp. 53–58. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/indikativnyy-analiz-energeticheskoy-bezopasnosti-predpriyatiya/viewer> (In Russ.)
5. Kiushkina V.R. [Model assessment of energy security systems autonomous power of northern territories]. *Internet-zhurnal Naukovedenie*, 2016, vol. 8, iss. 6. (In Russ.) URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/81TVN616.pdf>
6. Vivoda V. Evaluating Energy Security in the Asia-Pacific Region: A Novel Methodological Approach. *Energy Policy*, 2010, vol. 38, iss. 9, pp. 5258–5263. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.05.028>
7. Zadeh L.A. Fuzzy Sets. *Information and Control*, 1965, vol. 8, iss. 3, pp. 338–353. URL: https://www-liphy.univ-grenoble-alpes.fr/pagesperso/bahram/biblio/Zadeh_FuzzySetTheory_1965.pdf
8. Lee S.-K., Mogi G., Kim J.-W. Decision Support for Prioritizing Energy Technologies against High Oil Prices: A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 2009, vol. 22, iss. 6, pp. 915–920. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2009.07.001>

9. Nedosekin A.O. Fuzzy Financial Management. Moscow, AFA Library Publ., 2003, 184 p.
10. Gutman S.S., Zaitseva A.A. [A set of indicators for evaluating the implementation of the Russian energy security strategy in the context of achieving the SDGs]. *Nauchnyi vestnik Yuzhnogo instituta menedzhmenta = Scientific Bulletin of the Southern Institute of Management*, 2020, no. 2, pp. 5–11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleks-indikatorov-otsenki-realizatsii-strategii-energeticheskoy-bezopasnosti-rf-v-kontekste-dostizheniya-tsur> (In Russ.)
11. Katris C. A Time Series-based Statistical Approach for Outbreak Spread Forecasting: Application of COVID-19 in Greece. *Expert Systems with Applications*, 2021, vol. 166. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114077>
12. Radovanović M., Filipović S., Pavlović D. Energy Security Measurement – A Sustainable Approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, vol. 68, part 2, pp. 1020–1032. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.02.010>
13. Hoang A.T., Nižetić S., Olcer A.I. et al. Impacts of COVID-19 Pandemic on the Global Energy System and the Shift Progress to Renewable Energy: Opportunities, Challenges, and Policy Implications. *Energy Policy*, 2021, vol. 154. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112322>
14. Sotnyk I., Kurbatova T., Kubatko O. et al. Energy Security Assessment of Emerging Economies under Global and Local Challenges. *Energies*, 2021, vol. 14, iss. 18. URL: <https://doi.org/10.3390/en14185860>

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.