



УДК 338.45, ББК 65.050.17, JEL Code O13, Q43

DOI [10.17072/1994-9960-2025-1-101-112](https://doi.org/10.17072/1994-9960-2025-1-101-112)

EDN [TAALLJ](https://www.edn.ru/TAALLJ)

Механизм отбора показателей энергетической безопасности региона

Елена Алексеевна Осадченко

РИНЦ Author ID: [1135544](https://elibrary.ru/author/id1135544), Researcher ID: [ABD-1175-2021](https://orcid.org/0009-0001-9000-1175), ✉ eaosadchenko@mail.ru

Ирина Сергеевна Ферова

РИНЦ Author ID: [461054](https://elibrary.ru/author/id461054), Researcher ID: [U-4252-2019](https://orcid.org/0009-0001-9000-4252)

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

Аннотация

Введение. Включение вопросов обеспечения энергетической безопасности в повестку обусловлено важнейшей ролью энергии в экономике и жизни общества. Получить представление об уровне энергетической безопасности можно посредством оценки, осуществляемой по определенной методике с использованием ряда показателей. Разработанные на данный момент методики не способны дать адекватное представление об уровне энергетической безопасности региона ввиду устаревания, повышенной субъективности и невозможности использования в текущих условиях. *Цель.* Разработать механизм отбора показателей для оценки энергетической безопасности региона и сформировать их перечень. *Материалы и методы.* Используются такие общенаучные методы, как анализ, синтез, обобщение, дедукция и систематизация. Описан механизм отбора показателей, построенный на основе эконометрического моделирования. Решение о возможности включения показателя в методику принимается на основе наличия его влияния на достижение экономической безопасности ввиду того, что энергетическая безопасность является элементом экономической безопасности и должна обеспечивать достижение ее целей. Исследование выполнено на данных по 85 субъектам Российской Федерации за 2014–2022 гг. *Результаты.* На основе анализа литературы выявлены существенные аспекты энергетической безопасности, идентифицированы подходы к отбору и определены наиболее распространенные показатели, используемые для оценки уровня безопасности. В результате корреляционно-регрессионного анализа сформирован перечень из семи показателей, характеризующих состояние энергетической системы, физическую доступность ресурсов и экологическую приемлемость. *Выводы.* Разработанный механизм позволяет снизить влияние субъективной составляющей на процесс отбора, оценить состоятельность показателей и исключить незначимые. Исследование адресовано органам государственной власти в целях совершенствования оценки энергетической безопасности регионов и разработки на ее основе более эффективных мероприятий. В дальнейшем планируется расширить перечень показателей за счет учета аспекта ценовой доступности и различных видов ресурсов и развить механизм с помощью включения в него других целей экономической безопасности.

Ключевые слова

Энергетическая безопасность, показатели, энергетика, регион

Для цитирования

Осадченко Е. А., Ферова И. С. Механизм отбора показателей энергетической безопасности региона // Вестник Пермского университета. Серия «Экономика». 2025. Т. 20, № 1. С. 101–112. DOI [10.17072/1994-9960-2025-1-101-112](https://doi.org/10.17072/1994-9960-2025-1-101-112). EDN [TAALLJ](https://www.edn.ru/TAALLJ).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила: 11.01.2025

Принята к печати: 19.02.2025

Опубликована: 31.03.2025



© Осадченко Е. А., Ферова И. С., 2025

Selection mechanism for regional energy security indicators

Elena A. Osadchenko

RISC Author ID: [1135544](#), Researcher ID: [ABD-1175-2021](#), ✉ eaosadchenko@mail.ru

Irina S. Ferova

RISC Author ID: [461054](#), Researcher ID: [U-4252-2019](#)

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

Abstract

Introduction. Energy security issues are included in the agenda, which is determined by a crucial role of energy in economy and society. A specific methodology with a number of indicators could be applied to evaluate energy security. The methods developed so far can no longer provide an adequate picture of the security as they have become obsolete, increasingly biased, and currently unusable. *Purpose.* The study aims at developing a selection mechanism for indicators to evaluate the energy security of the region and prepare a list of these indicators. *Materials and Methods.* The work referred to such general scientific methods as analysis, synthesis, generalization, deduction, and systematization. An econometric modeling based selection mechanism is described. An indicator could be included in methodology if it influences economic security, given that energy security is an element of economic security and should ensure the achievement of its goals. The study used 2014–2022 data for 85 regions in the Russian Federation. *Results.* Literature overview revealed significant aspects of energy security, identified approaches to selection, and outlined the most common indicators used to evaluate the level of security. Correlation and regression analysis gave a list of 7 indicators that characterize the energy system, physical availability of resources, and environmental acceptability. *Conclusions.* The developed mechanism lowers the biased influence on the selection process, evaluates the validity of indicators, and excludes the insignificant ones. The study is intended for the government bodies in order to improve the evaluation of regional energy security and develop more efficient measures. Further research is supposed to expand the list of indicators by taking into account the aspect of affordability and various types of resources and develop the mechanism by including other economic security goals.

Keywords

Energy security, indicators, energy industry, region

For citation

Osadchenko E. A., Ferova I. S. Selection mechanism for regional energy security indicators. *Perm University Herald. Economy*, 2025, vol. 20, no. 1, pp. 101–112. DOI [10.17072/1994-9960-2025-1-101-112](https://doi.org/10.17072/1994-9960-2025-1-101-112). EDN [TAALLJ](#).

Declaration of conflict of interest: non declared.

Received: January 11, 2025

Accepted: February 19, 2025

Published: March 31, 2025



© Osadchenko E. A., Ferova I. S., 2025

ВВЕДЕНИЕ

Значимость энергии для производства товаров и оказания услуг, а также жизни человека определила актуальность вопросов обеспечения энергетической безопасности, исток которых стало нефтяное эмбарго 1973 г.

Международное энергетическое агентство, созданное в 1974 г. для урегулирования интересов в области энергетики и обеспечения энергетической безопасности, понимает под таковой «надежный и недорогой доступ ко всем видам топлива и источникам энергии»¹. Результаты многолетних исследований ученых Института систем энергетики им. Л. А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук позволили сформулировать следующее определение энергетической безопасности: «Состояние защищенности граждан, общества, региона, государства, экономики от угроз дефицита в обеспечении их потребностей в энергоносителях экономически доступными энергетическими ресурсами приемлемого качества, от угроз нарушений бесперебойности энергоснабжения» [1, с. 7]. Близкая формулировка закреплена на законодательном уровне в Доктрине энергетической безопасности РФ².

Одним из этапов обеспечения энергетической безопасности является оценка текущего уровня, которая проводится по определенной методике с использованием ряда показателей. Качество методики и отбора показателей определяют состоятельность и адекватность получаемых оценок.

Наши исследования [2] позволили выявить следующие особенности. Оценка энергетической безопасности в отечественных исследованиях проводится на уровне региона с использованием показателей, характеризующих обеспеченность ресурсами и надежность энергосистемы. Всего было разработано три методики, две из которых датированы 1998 и 2004 гг. и более не актуализировались. По-

следняя была предложена в 2014 г., однако и в ней около 40 % показателей невозможно рассчитать на данный момент, что свидетельствует об устаревании методик и невозможности их использования в текущих условиях ввиду неспособности учитывать актуальные вызовы и угрозы.

Кроме того, ни в одной из методик [3–5] подробно не описан механизм отбора показателей и не проводится оценка их состоятельности, следовательно, увеличивается влияние субъективной составляющей и снижается состоятельность получаемых результатов, что является серьезным недостатком и обуславливает актуальность исследований по совершенствованию методики оценки энергетической безопасности региона.

Целью исследования является разработка механизма отбора показателей для оценки энергетической безопасности региона, а также формирование их перечня.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Целостное представление об энергетической безопасности как области исследования позволяет получить карта знаний [6], составленная на основе анализа статей за 2002–2019 гг. За этот период были разработаны 34 концептуальные модели энергетической безопасности и использованы более 100 методов исследования. Наиболее активными являются исследователи из Китая, США, Австралии, Индии, Германии и Японии. Анализ ключевых слов показывает, что доминируют следующие тематические направления: технологии, торговля, нефть, газ, диверсификация ресурсов, экологическая приемлемость, управление, эффективность, производительность, справедливость, доступность. Анализ тенденций, выполненный на материалах базы данных *Web of Science* за последнее десятилетие, свидетельствует о преобладании исследований междисциплинарного

¹ *Energy Security* // International Energy Agency. URL: <https://clck.ru/3GRvPF> (дата обращения: 25.12.2024).

² *Об утверждении Доктрины энергетической безопасности Российской Федерации*: указ Президента РФ от 13.05.2019 № 216 // СПС КонсультантПлюс. URL: <https://clck.ru/3GRvJG> (дата обращения: 25.12.2024).

характера [7]. Наблюдается смещение исследовательских приоритетов с вопросов безопасности энергоснабжения и защиты от угроз дефицита ископаемого топлива к повышению энергоэффективности, наращиванию доли энергии, вырабатываемой из возобновляемых источников энергии (ВИЭ), и адаптации к изменению климата.

Отбор показателей для оценки должен осуществляться исходя из понимания существенных аспектов энергетической безопасности.

Азиатско-Тихоокеанский центр энергетических исследований (APERC)¹ определил энергетическую безопасность как единство трех фундаментальных элементов. Первый элемент характеризует физический аспект, который подразумевает наличие и доступность энергетических ресурсов. Второй элемент включает экономический аспект, третий – экологический, а именно ценовую доступность и экологическую устойчивость соответственно.

В. К. Sovacool провел серию исследований, охватывающих анализ литературы, полуструктурированные исследовательские интервью, опросы и специализированный семинар, и выделил пять ключевых аспектов энергетической безопасности: доступность, ценовая доступность, развитие технологий, устойчивость и регулирование [8]. Первый аспект отражает физическую доступность энергетических ресурсов, их достаточность для удовлетворения потребностей, а также уровень зависимости от внешних источников и диверсификацию технологий и источников поставки. Ценовая доступность предполагает стабильность цен на ресурсы, допустимый уровень нагрузки на потребителя, отсутствие дискриминации и возможность организации децентрализованных поставок. Аспект, связанный с развитием технологий, направлен на обеспечение надежности и безопасности поставок, повышение исследовательской и инновационной активностей, адаптивности и эффективности и подготовку

квалифицированных кадров. Устойчивость рассматривается в экологическом и социальном контекстах и включает вопросы землепользования, охраны водных объектов, адаптации к изменению климата и загрязнения окружающей среды. Последний аспект, помимо чисто управленческого ядра, охватывает вопросы формирования торговых взаимосвязей, обеспечения конкурентной среды и открытости информации. Автором был также сформирован перечень из 320 простых и 52 сложных показателей, которые отражают описанные аспекты энергетической безопасности.

В. W. Ang с соавторами на основе анализа 83 определений выделили семь основных аспектов: управление, состояние инфраструктуры, воздействие на окружающую среду, влияние на общество, цена энергоресурсов, их доступность, эффективность [9]. А. Azzuni и С. Breyer [10] расширяют перечень до 15 аспектов, дополняя его географической и временной характеристиками, безопасностью труда, состоянием трудовых ресурсов, занятостью, доступностью информации и информационной и военной безопасностью. Близкий по сути перечень из 14 позиций сформировали J. Strojny с соавторами [11].

В целом в зарубежных исследованиях наблюдается доминирование таких аспектов энергетической безопасности, как доступность, объединяющая наличие энергетических ресурсов и их достаточность для удовлетворения потребностей, ценовая доступность и экологическая приемлемость. На втором плане находятся вопросы надежности, эффективности и развития инфраструктуры, которые в совокупности характеризуют состояние энергетической системы.

С. Сендеров и В. Рабчук [12] как одни из ведущих отечественных ученых в области энергетической безопасности выделяют аналогичные существенные аспекты, при этом аспект, учитывающий надежное функционирование

¹ A Quest for Energy Security in the 21st Century. Resources and constraints: report / Asia Pacific Energy Research Centre, 2007. 113 p. URL: <https://vk.cc/cIGqXj> (дата обращения: 25.12.2024).

энергосистемы, ставится в один ряд с тремя другими. На наш взгляд, авторами сделана попытка учесть состояние энергосистемы в рамках обеспечения энергетической безопасности.

Таким образом, в данном исследовании под существенными аспектами энергетической безопасности будут пониматься состояние энергетической системы, физическая доступность, ценовая доступность и экологическая приемлемость. Как и в зарубежных исследованиях, под физической доступностью понимается не только наличие или возможность быстрого и относительно беспрепятственного получения энергетических ресурсов, но и их доступность для удовлетворения потребностей.

Если говорить о показателях, которые используются для оценки энергетической безопасности, то результаты анализа [13] показывают, что многие наборы показателей не могут отразить все изменения, происходящие в энергетической политике, торговле, макроэкономических и других условиях внешней и внутренней среды. Отмечается, что отбор должен осуществляться с учетом следующих критериев [14]. Показатели рассчитаны по паритету покупательной способности и сопоставимы по всем объектам исследования, т. е. используется единая методика расчета. Стандартизированы относительно соответствующей базы, например, характеризуют эффективность использования ресурсов. Длина временного ряда составляет минимум 10 лет.

Исследователи при отборе показателей опираются на их соответствие аспектам энергетической безопасности, учитывают частоту использования в литературе, доступность данных [15], особенности экономической структуры страны и тенденции в потреблении энергии [16], приоритеты энергетической политики [17]. Кроме того, делают выбор на основе синтеза литературы [18; 19], мнения экспертов из энергетического сектора [20] или собственных суждений [21]. Интересны подходы отечественных

исследователей А. Тулупова [22] и Ю. Кононова [23]. Первый предлагает перечень показателей, который разработан на основе анализа нормативно-правовой базы в области обеспечения энергетической безопасности, а второй опирается на зарубежный опыт и особенности российского энергетического комплекса.

Наиболее используемыми показателями для оценки энергетической безопасности являются энергоемкость, интенсивность выбросов углеродного газа и потребление энергии на душу населения [24]. Распространены также показатели, характеризующие долю энергии, вырабатываемой с использованием ВИЭ, степень диверсификации ресурсов, зависимость от импорта энергии [25] и цены энергоносителей [26].

В результате оптимальным считается набор из 10–25 показателей [9], отражающих существенные аспекты энергетической безопасности и учитывающих особенности объекта оценки, при этом единый подход к их отбору отсутствует. Кроме того, никакой оценки состоятельности выбранных показателей не проводится, что является недостатком, который попытаемся устранить в рамках настоящего исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В данной работе механизм отбора показателей для оценки энергетической безопасности региона построен на основе эконометрического моделирования, где в качестве эндогенной переменной выбрано значение валового регионального продукта (ВРП) на душу населения. Такой выбор зависимой переменной обусловлен тем, что энергетическая безопасность является элементом экономической безопасности [27] и должна быть направлена на достижение ее целей, одной из которых является «обеспечение устойчивого экономического роста»¹. Предпочтение отдается экономиче-

¹ О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 г.: указ Президента РФ от 13.05.2017 № 208 // СПС КонсультантПлюс. URL: <https://clck.ru/3GRvwb> (дата обращения: 25.12.2024).

скому росту ввиду ключевой роли энергии в хозяйственных процессах. В качестве переменных интереса выбраны показатели, отражающие существенные аспекты энергетической безопасности. В табл. 1 представлено описание используемых переменных.

Физическую доступность отражает показатель «отношение производства электроэнер-

гии к потреблению», который характеризует способность региона самостоятельно удовлетворять свои потребности в электрической энергии. Включение аналогичных показателей по другим видам энергетических ресурсов оказалось невозможным ввиду прекращения предоставления и распространения статистической информации.

Табл. 1. Описание переменных
Table 1. Description of variables

Переменная	Описание, единица измерения	Расчет
Эндогенная переменная		
<i>GRP</i>	Валовой региональный продукт на душу населения, млн руб.	Отношение ВРП в текущих основных ценах к среднегодовой численности постоянного населения региона
Экзогенные переменные		
<i>RenewalD</i>	Коэффициент обновления основных фондов по разделу <i>D</i> ОКВЭД, %	Отношение стоимости основных фондов по разделу <i>D</i> ОКВЭД, введенных в действие в течение года, к их наличию на конец года по полной учетной стоимости
<i>DeprecD</i>	Степень износа основных фондов на конец года по разделу <i>D</i> ОКВЭД, %	Отношение накопленного износа имеющихся основных фондов по разделу <i>D</i> ОКВЭД к их полной учетной стоимости
<i>Accidentheat</i>	Число аварий на источниках теплоснабжения, паровых и тепловых сетях, ед.	–
<i>LossinCons</i>	Доля потерь электроэнергии в потреблении, %	Отношение потерь в электросетях к потреблению электроэнергии
<i>Thermalloss</i>	Уровень потерь тепловой энергии, %	Отношение потерь тепловой энергии к производству тепловой энергии
<i>RatioFCHeat</i>	Отношение расхода топлива на единицу теплоэнергии, фактического к плановому, %	Отношение фактического расхода топлива на единицу теплоэнергии к нормативному
<i>Savings</i>	Экономия от проведенных мероприятий по энергосбережению, руб. на Гкал	Отношение величины экономии от проведенных мероприятий по энергосбережению в стоимостном выражении к производству тепловой энергии
<i>TravmaD</i>	Численность пострадавших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более и со смертельным исходом в расчете на 1000 работающих по разделу <i>D</i> ОКВЭД, чел. на 1000 работающих	–
<i>ProdVSCons</i>	Отношение производства электроэнергии к потреблению, %	Отношение величины произведенной в регионе электроэнергии к величине ее потребления
<i>ShareofRES</i>	Доля электроэнергии, производимой с использованием ВИЭ, в общем объеме производства электроэнергии, %	Отношение величины электроэнергии, произведенной в регионе с использованием ВИЭ, к общему объему производства электроэнергии

Примечание: раздел *D* – обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха; ОКВЭД – общероссийский классификатор видов экономической деятельности.

Источник: составлено авторами.

Экологическая приемлемость¹ описывается показателем «доля электроэнергии, производимой с использованием ВИЭ, в общем объеме производства электроэнергии». Использование иных показателей оказалось затруднительным по причине их несоответствия описанным критериям. Оставшиеся показатели характеризуют состояние энергетической системы.

Отсутствие показателей ценовой доступности обусловлено неспособностью предлагаемого механизма адекватно оценить их состоятельность, имеет место статистическая зависимость между ВРП и уровнем цен на любые товары и услуги. В целом считаем, что данный существенный аспект является сложным и достаточно субъективным и требует отдельного предварительного исследования на теоретическом уровне в целях определения его сущности. Это снизит уровень неопределенности как при подборе показателей, так и при дальнейшей работе с ними.

Оценивались три модели: объединенная регрессия (МНК), регрессии со случайными (RE)

и фиксированными (FE) эффектами. Выбор лучшей сделан на основе тестов Хаусмана (*Hausman*) и Бройша–Пагана (*Breusch–Pagan*). Состоятельными показателями энергетической безопасности считаются те, которые оказывают влияние на достижение экономической безопасности.

Исследование проведено на данных Росстата² по 85 субъектам РФ за 2014–2022 гг. Донецкая Народная Республика, Луганская Народная Республика, Запорожская и Херсонская области не охвачены исследованием ввиду отсутствия статистической информации. Выбор нижней границы временного периода (2014 г.) обусловлен наличием сопоставимых данных для Республики Крым и г. Севастополя, а верхней (2022 г.) – отсутствием данных за 2023 г. по показателю «валовой региональный продукт». В табл. 2 представлены описательные статистики используемых переменных за рассматриваемый период. Для целей моделирования под знаком натурального логарифма рассматривается зависимая переменная.

Табл. 2. Описательные статистики переменных

Table 2. Descriptive statistics of variables

Переменная	Среднее	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум
Эндогенная переменная				
<i>GRP</i>	671 320,00	1 072 700,00	78 009,00	11 786 000,00
Экзогенные переменные				
<i>RenewalD</i>	7,04	6,32	0,17	68,74
<i>DeprecD</i>	44,45	10,22	9,36	76,06
<i>Accidentheat</i>	60,45	110,46	0,00	1 154,00
<i>LossinCons</i>	11,72	6,88	0,01	52,93
<i>Thermalloss</i>	18,08	9,64	0,00	90,29
<i>RatioFCHeat</i>	98,53	6,00	45,03	124,06
<i>Savings</i>	4,47	10,33	-0,68	111,62
<i>TravmaD</i>	0,64	0,47	0,00	3,60
<i>ProdVSCons</i>	92,78	87,28	0,00	533,03
<i>ShareofRES</i>	15,66	29,40	0,00	100,00

Источник: рассчитано авторами по данным Росстата.

¹ Отсутствие показателя количества выбросов загрязняющих веществ обусловлено малой длиной временного ряда (менее 10 лет), так как он стал разрабатываться Росприроднадзором лишь с 2018 г.

² Данные по показателям в разрезе субъектов РФ предоставлены Росстатом по запросу авторов: *Росстат*. 2024. URL: <https://clck.ru/3GRwvr> (дата обращения: 08.04.2024).

Табл. 3. Корреляционная матрица регрессоров
Table 3. Correlation matrix of regressors

Переменная	<i>RenewalD</i>	<i>DeprecD</i>	<i>Accidentheat</i>	<i>LossinCons</i>	<i>Thermalloss</i>	<i>RatioFCHeat</i>	<i>Savings</i>	<i>TravmaD</i>	<i>ProdVSCons</i>	<i>ShareofRES</i>
<i>RenewalD</i>	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>DeprecD</i>	-0,33	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Accidentheat</i>	0,02	0,09	1,00	-	-	-	-	-	-	-
<i>LossinCons</i>	0,06	-0,20	-0,04	1,00	-	-	-	-	-	-
<i>Thermalloss</i>	-0,06	0,09	0,03	-0,21	1,00	-	-	-	-	-
<i>RatioFCHeat</i>	-0,08	0,19	0,07	-0,36	0,19	1,00	-	-	-	-
<i>Savings</i>	0,01	-0,04	0,07	0,03	0,07	-0,03	1,00	-	-	-
<i>TravmaD</i>	-0,04	0,02	0,06	0,00	-0,01	0,09	-0,01	1,00	-	-
<i>ProdVSCons</i>	0,03	-0,11	0,01	-0,15	0,19	0,14	0,01	-0,15	1,00	-
<i>ShareofRES</i>	-0,02	-0,03	-0,03	0,26	-0,10	-0,06	0,04	-0,06	-0,04	1,00

Источник: рассчитано авторами.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В соответствии с представленной в табл. 3 корреляционной матрицей регрессоров переменные интереса не коррелируют между собой и могут участвовать в исследовании.

В табл. 4 представлены результаты оценки влияния показателей, отражающих существенные аспекты энергетической безопасности, на достижение экономической безопасности. На 5%-м уровне значимости нулевая гипотеза теста Бройша–Пагана отвергается в пользу альтернативной, как и нулевая гипотеза теста Хаусмана, следовательно, модель с фиксированными эффектами является наилучшей для данной постановки задачи.

В целом 7 из 10 переменных интереса оказались статистически значимыми на 5%-м уровне. Показатели, характеризующие физическую доступность и экологическую приемлемость, способствуют экономическому росту. Обновление основных фондов, уровень потерь тепловой энергии и экономия от проведенных мероприятий по энергосбережению не оказывают влияния, как и ВРП на душу населения. Остальные показатели состояния энергетической системы являются состоятельными.

Таким образом, для оценки энергетической безопасности региона могут быть использованы следующие показатели: степень износа основных фондов; число аварий на источниках теплоснабжения, паровых и тепловых сетях; доля потерь электроэнергии в потреблении; отношение расхода топлива на единицу тепловой энергии, фактического к плановому; численность пострадавших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более и со смертельным исходом; отношение производства электроэнергии к потреблению; доля электроэнергии, производимой с использованием возобновляемых источников, в общем объеме производства электроэнергии.

ОБСУЖДЕНИЕ

В рамках исследования предложенный механизм отбора показателей энергетической безопасности позволяет определить степень их состоятельности за счет выявления наличия или отсутствия влияния на достижение экономической безопасности, что способствует повышению качества и адекватности оценки энергетической безопасности региона.

Табл. 4. Результаты регрессионного моделирования

Table 4. Results of regressive modeling

Переменная	MНК	FE	RE
Const	13,54*** (0,71)	11,74*** (0,45)	11,90*** (0,43)
RenewalD	-0,005 (0,005)	0,001 (0,002)	0,0008 (0,002)
DeprecD	-0,002 (0,004)	0,01*** (0,003)	0,01*** (0,003)
Accidentheat	-0,0002*** (0,0004)	-0,0006*** (0,0002)	-0,0006*** (0,0002)
LossinCons	-0,06 (0,01)	-0,04*** (0,01)	-0,04*** (0,01)
Thermalloss	-0,007 (0,005)	-0,004 (0,003)	-0,004* (0,003)
RatioFCHeat	0,004 (0,006)	0,010*** (0,003)	0,01*** (0,03)
Savings	0,005 (0,004)	0,002 (0,002)	0,003 (0,002)
TravmaD	-0,08 (0,07)	-0,07** (0,03)	-0,07** (0,03)
ProdVSCons	0,0001 (0,0004)	0,003** (0,001)	0,002** (0,0008)
ShareofRES	0,0006 (0,002)	0,004*** (0,0006)	0,004*** (0,0006)
n	765	765	765
Критерий Акаике	1423,57	-23,06	1513,57
Критерий Шварца	1474,61	417,73	1564,61
Тест Хаусмана: Хи-квадрат(10) = 23,8608; p = 0,008			
Тест Бройша-Пагана: Хи-квадрат(1) = 2060,17; p = 0			

Примечания: 1) в скобках указаны робастные стандартные ошибки; 2) * значимость коэффициента при $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$; 3) n – количество наблюдений.

Источник: рассчитано авторами.

Ограничением исследования является невозможность использования данного механизма для отбора показателей, характеризующих ценовую доступность, а также включение малого количества показателей, отражающих физическую доступность и экологическую приемлемость. Увеличение числа учитываемых энергоресурсов представляется затруднительным на данный момент с позиции исследователя ввиду отсутствия доступа к статистиче-

ской информации. Один из самых распространенных показателей, используемых для оценки энергетической безопасности, «энергоемкость», не рассчитывается на уровне регионов РФ, поэтому не участвует в исследовании. Ориентация на достижение только одной из шести целей экономической безопасности также ограничивает возможности отбора показателей.

Одно из возможных направлений развития исследования заключается в расширении числа показателей, особенно в части учета других видов энергоресурсов, за счет более качественной подготовки данных и глубокого анализа статистической информации. Отдельного исследования требуют как процесс подбора, так и совершенствование механизма верификации с целью включения показателей ценовой доступности энергетических ресурсов. Кроме того, увеличение количества учитываемых целей экономической безопасности за счет поиска их адекватных количественных измерителей и оценка новых эконометрических моделей позволят включить показатели энергетической безопасности, способствующие достижению не только экономического роста, но и других целей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актуальность вопросов обеспечения энергетической безопасности обуславливает необходимость совершенствования методики оценки в интересах получения адекватного результата, который в полной мере отражает текущие вызовы и угрозы.

В настоящем исследовании сформирован перечень показателей энергетической безопасности РФ, отбор которых осуществлен на основе механизма, учитывающего наличие их вклада в достижение экономической безопасности РФ.

Значимость работы заключается в разработке механизма отбора показателей, который позволяет снизить субъективность процедуры, а также в возможности использования результата для дальнейшего совершенствования ме-

тодики оценки энергетической безопасности региона. Результаты исследования будут полезны органам государственной власти для получения адекватного представления об уровне

энергетической безопасности регионов РФ и разработки мероприятий по ее обеспечению, а также статистическим органам при подготовке аналитических материалов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Воронай Н. И. Энергетическая безопасность. Термины и определения. Москва: ИАЦ Энергия, 2005. 60 с. EDN [SDTFFJ](#)
2. Осадченко Е. А. Методические подходы к оценке энергетической безопасности: российский и зарубежный опыт // Актуальные вопросы экономики и социологии: сб. ст. по материалам XX Осенней конф. молодых ученых в новосибирском Академгородке (Новосибирск, 10–11 октября 2024 г.). Новосибирск: Ин-т экономики и организации промышленного производства СО РАН, 2024. С. 89–92. EDN [OKGVWH](#)
3. Татаркин А. И. Моделирование состояния и прогнозирование развития региональных экономических и энергетических систем. М.: Экономика, 2004. 462 с.
4. Рабчук В. И. Энергетическая безопасность России: проблемы и пути решения. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. 197 с. EDN [QUWVIR](#)
5. Лапаев Д. Н., Соснина Е. Н., Митяков Е. С., Никонов А. Н. Диагностика энергетической безопасности регионов России (на примере ПФО) // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 1. С. 105–109. EDN [RTRYCZ](#)
6. Esfahani A. N., Moghaddam N. B., Maleki A., Nazemi A. The knowledge map of energy security // Energy Reports. 2021. Vol. 7. P. 3570–3589. DOI [10.1016/j.egy.2021.06.001](#). EDN [DNPRFV](#)
7. Huang Y., Zheng Z. Research hotspots and trend analysis of energy security based on citespace knowledge graph // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. 2023. Vol. 59, iss. 5. P. 1024–1033. DOI [10.1007/s10553-023-01614-5](#)
8. Sovacool B. K., Mukherjee I. Conceptualizing and measuring energy security: A synthesized approach // Energy. 2011. Vol. 36, iss. 8. P. 5343–5355. DOI [10.1016/j.energy.2011.06.043](#)
9. Ang B. W., Choong W. L., Ng T. S. Energy security: Definitions, dimensions and indexes // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. Vol. 42. P. 1077–1093. DOI [10.1016/j.rser.2014.10.064](#)

REFERENCES

1. Voropai N. I. *Energeticheskaya bezopasnost'. Terminy i opredeleniya*. Moscow, Energiya Publ., 2005. 60 p. (In Russ.). EDN [SDTFFJ](#)
2. Osadchenko E. A. Methodological approaches to energy security assessment: Russian and foreign experience. *Current Issues of Economy and Sociology: Book of Papers from 20th Fall Conference of Young Scientists in Akademgorodok (Novosibirsk, 10–11 October 2024)*. Novosibirsk, IEIE SB RAS Publ., 2024, pp. 89–92. (In Russ.). EDN [OKGVWH](#)
3. Tatarkin A. I. *Modelirovanie sostoyaniya i prognozirovanie razvitiya regional'nykh ekonomicheskikh i energeticheskikh sistem*. Moscow, Ekonomika Publ., 2004. 462 p. (In Russ.).
4. Rabchuk V. I. *Energeticheskaya bezopasnost' Rossii: problemy i puti resheniya*. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2011. 197 p. (In Russ.). EDN [QUWVIR](#)
5. Lapaev D. N., Sosnina E. N., Mityakov E. S., Nikonov A. N. Diagnostika energeticheskoi bezopasnosti regionov Rossii (na primere PFO). *Bulletin of Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov*, 2014, no. 1, pp. 105–109. (In Russ.). EDN [RTRYCZ](#)
6. Esfahani A. N., Moghaddam N. B., Maleki A., Nazemi A. The knowledge map of energy security. *Energy Reports*, 2021, vol. 7, pp. 3570–3589. DOI [10.1016/j.egy.2021.06.001](#). EDN [DNPRFV](#)
7. Huang Y., Zheng Z. Research hotspots and trend analysis of energy security based on citespace knowledge graph. *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*, 2023, vol. 59, iss. 5, pp. 1024–1033. DOI [10.1007/s10553-023-01614-5](#)
8. Sovacool B. K., Mukherjee I. Conceptualizing and measuring energy security: A synthesized approach. *Energy*, 2011, vol. 36, iss. 8, pp. 5343–5355. DOI [10.1016/j.energy.2011.06.043](#)
9. Ang B. W., Choong W. L., Ng T. S. Energy security: Definitions, dimensions and indexes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015, vol. 42, pp. 1077–1093. DOI [10.1016/j.rser.2014.10.064](#)

10. Azzuni A., Breyer C. Definitions and dimensions of energy security: A literature review // *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*. 2018. Vol. 7, iss. 1. Article 268. DOI [10.1002/wene.268](https://doi.org/10.1002/wene.268)

11. Strojny J., Krakowiak-Bal A., Knaga J., Kacorzuk P. Energy Security: A Conceptual Overview // *Energies*. 2023. Vol. 16, iss. 13. Article 5042. DOI [10.3390/en16135042](https://doi.org/10.3390/en16135042)

12. Сендеров С. М., Рабчук В. И. Энергетическая безопасность сегодня и основные методики ее обеспечения // *Энергетическая политика*. 2022. № 11. С. 56–69. DOI [10.46920/2409-5516_2022_11177_56](https://doi.org/10.46920/2409-5516_2022_11177_56). EDN [ENQJIL](https://edn.scopus.com/urn:edn:enqjil)

13. Siksnyte-Butkiene I., Streimikiene D., Lekavičius V., Balezentis T. Comprehensive analysis of energy security indicators and measurement of their integrity // *Technological Forecasting and Social Change*. 2024. Vol. 200. Article 123167. DOI [10.1016/j.techfore.2023.123167](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123167)

14. Stavvytskyy A., Kharlamova G., Komendant O., Andrzejczak J., Nakonieczny J. Methodology for calculating the energy security index of the state: Taking into account modern megatrends // *Energies*. 2021. Vol. 14, iss. 12. Article 3621. DOI [10.3390/en14123621](https://doi.org/10.3390/en14123621). EDN [PORBPS](https://edn.scopus.com/urn:edn:porbps)

15. Wu T.-H., Chung Y.-F., Huang S.-W. Evaluating global energy security performances using an integrated PCA/DEA-AR technique // *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 2021. Vol. 45. Article 101041. DOI [10.1016/j.seta.2021.101041](https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101041)

16. Amin S. B., Chang Y., Khan F., Taghizadeh-Hesary F. Energy security and sustainable energy policy in Bangladesh: From the lens of 4As framework // *Energy Policy*. 2022. Vol. 161. Article 112719. DOI [10.1016/j.enpol.2021.112719](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112719)

17. Brodny J., Tutak M. The comparative assessment of sustainable energy security in the Visegrad countries. A 10-year perspective // *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 317. Article 128427. DOI [10.1016/j.jclepro.2021.128427](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128427)

18. Zhang L., Yu J., Sovacool B. K., Ren J. Measuring energy security performance within China: Toward an inter-provincial prospective // *Energy*. 2017. Vol. 125. P. 825–836. DOI [10.1016/j.energy.2016.12.030](https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.12.030)

19. Панасюк В. В. Индикативный метод оценки энергетической безопасности регионов Республики Беларусь // *Информационные и математические технологии в науке и управлении*. 2023. № 3 (31). С. 60–73. EDN [UFFXHG](https://edn.scopus.com/urn:edn:uffxhg)

10. Azzuni A., Breyer C. Definitions and dimensions of energy security: A literature review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 2018, vol. 7, iss. 1, Article 268. DOI [10.1002/wene.268](https://doi.org/10.1002/wene.268)

11. Strojny J., Krakowiak-Bal A., Knaga J., Kacorzuk P. Energy security: A conceptual overview. *Energies*, 2023, vol. 16, iss. 13, Article 5042. DOI [10.3390/en16135042](https://doi.org/10.3390/en16135042)

12. Senderov S. M., Rabchuk V. I. Energy security today and the main methodological aspects of its provision. *Energy Policy*, 2022, no. 11, pp. 56–69. (In Russ.). DOI [10.46920/2409-5516_2022_11177_56](https://doi.org/10.46920/2409-5516_2022_11177_56). EDN [ENQJIL](https://edn.scopus.com/urn:edn:enqjil)

13. Siksnyte-Butkiene I., Streimikiene D., Lekavičius V., Balezentis T. Comprehensive analysis of energy security indicators and measurement of their integrity. *Technological Forecasting and Social Change*, 2024, vol. 200, Article 123167. DOI [10.1016/j.techfore.2023.123167](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123167)

14. Stavvytskyy A., Kharlamova G., Komendant O., Andrzejczak J., Nakonieczny J. Methodology for calculating the energy security index of the state: Taking into account modern megatrends. *Energies*, 2021, vol. 14, iss. 12, Article 3621. DOI [10.3390/en14123621](https://doi.org/10.3390/en14123621). EDN [PORBPS](https://edn.scopus.com/urn:edn:porbps)

15. Wu T.-H., Chung Y.-F., Huang S.-W. Evaluating global energy security performances using an integrated PCA/DEA-AR technique. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 2021, vol. 45, Article 101041. DOI [10.1016/j.seta.2021.101041](https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101041)

16. Amin S. B., Chang Y., Khan F., Taghizadeh-Hesary F. Energy security and sustainable energy policy in Bangladesh: From the lens of 4As framework. *Energy Policy*, 2022, vol. 161, Article 112719. DOI [10.1016/j.enpol.2021.112719](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112719)

17. Brodny J., Tutak M. The comparative assessment of sustainable energy security in the Visegrad countries. A 10-year perspective. *Journal of Cleaner Production*, 2021, vol. 317, Article 128427. DOI [10.1016/j.jclepro.2021.128427](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128427)

18. Zhang L., Yu J., Sovacool B. K., Ren J. Measuring energy security performance within China: Toward an inter-provincial prospective. *Energy*, 2017, vol. 125, pp. 825–836. DOI [10.1016/j.energy.2016.12.030](https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.12.030)

19. Panasyuk V. V. Indicative method for assessing the energy security of the regions of the Republic of Belarus. *Information and Mathematical Technologies in Science and Management*, 2023, no. 3 (31), pp. 60–73. (In Russ.). EDN [UFFXHG](https://edn.scopus.com/urn:edn:uffxhg)

20. Abdullah F. B., Iqbal R., Ahmad S., El-Affendi M. A., Kumar P. Optimization of Multidimensional Energy Security: An Index Based Assessment // *Energies*. 2022. Vol. 15, iss. 11. Article 3929. DOI [10.3390/en15113929](https://doi.org/10.3390/en15113929)

21. Le T.-H., Chang Y., Taghizadeh-Hesary F., Yoshino N. Energy insecurity in Asia: A multi-dimensional analysis // *Economic Modelling*. 2019. Vol. 83. P. 84–95. DOI [10.1016/j.econmod.2019.09.036](https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.09.036)

22. Тулунов А. С. Оценка национальной безопасности Российской Федерации // *Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика*. 2024. Т. 59, № 4. С. 3–23. DOI [10.55959/MSU0130-0105-6-59-4-1](https://doi.org/10.55959/MSU0130-0105-6-59-4-1). EDN [XMIVNI](https://www.edn.ru/entry/XMIVNI)

23. Кононов Ю. Д. Цели и способы оценки пороговых значений индикаторов энергетической безопасности в прогнозах // *Проблемы прогнозирования*. 2024. № 1 (202). С. 105–115. DOI [10.47711/0868-6351-202-105-115](https://doi.org/10.47711/0868-6351-202-105-115). EDN [PFBBUK](https://www.edn.ru/entry/PFBBUK)

24. Huang S.-W., Chung Y.-F., Wu T.-H. Analyzing the relationship between energy security performance and decoupling of economic growth from CO2 emissions for OECD countries // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2021. Vol. 152. Article 111633. DOI [10.1016/j.rser.2021.111633](https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111633)

25. Tutak M., Brodny J. Analysis of the level of energy security in the three seas initiative countries // *Applied Energy*. 2022. Vol. 311. Article 118649. DOI [10.1016/j.apenergy.2022.118649](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.118649)

26. Brodny J., Tutak M. Assessing the energy security of European Union countries from two perspectives – A new integrated approach based on MCDM methods // *Applied Energy*. 2023. Vol. 347. Article 121443. DOI [10.1016/j.apenergy.2023.121443](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121443)

27. Осадченко Е. А. Место энергетической безопасности в системе безопасности Российской Федерации // *Вестник Омского университета. Серия «Экономика»*. 2024. Т. 22, № 3. С. 83–91. DOI [10.24147/1812-3988.2024.22\(3\).83-91](https://doi.org/10.24147/1812-3988.2024.22(3).83-91). EDN [GFFCRN](https://www.edn.ru/entry/GFFCRN)

20. Abdullah F. B., Iqbal R., Ahmad S., El-Affendi M. A., Kumar P. Optimization of multidimensional energy security: An index based assessment. *Energies*, 2022, vol. 15, iss. 11, Article 3929. DOI [10.3390/en15113929](https://doi.org/10.3390/en15113929)

21. Le T.-H., Chang Y., Taghizadeh-Hesary F., Yoshino N. Energy insecurity in Asia: A multi-dimensional analysis. *Economic Modelling*, 2019, vol. 83, pp. 84–95. DOI [10.1016/j.econmod.2019.09.036](https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.09.036)

22. Tulupov A. S. National Security Assessment for the Russian Federation. *Lomonosov Economics Journal*, 2024, vol. 59, no. 4, pp. 3–23. (In Russ.). DOI [10.55959/MSU0130-0105-6-59-4-1](https://doi.org/10.55959/MSU0130-0105-6-59-4-1). EDN [XMIVNI](https://www.edn.ru/entry/XMIVNI)

23. Kononov Yu. D. Goals and methods of estimating energy security indicator thresholds in forecasts. *Problemy prognozirovaniya*, 2024, no. 1 (202), pp. 105–115. (In Russ.). DOI [10.47711/0868-6351-202-105-115](https://doi.org/10.47711/0868-6351-202-105-115). EDN [PFBBUK](https://www.edn.ru/entry/PFBBUK)

24. Huang S.-W., Chung Y.-F., Wu T.-H. Analyzing the relationship between energy security performance and decoupling of economic growth from CO2 emissions for OECD countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021, vol. 152, Article 111633. DOI [10.1016/j.rser.2021.111633](https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111633)

25. Tutak M., Brodny J. Analysis of the level of energy security in the three seas initiative countries. *Applied Energy*, 2022, vol. 311, Article 118649. DOI [10.1016/j.apenergy.2022.118649](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.118649)

26. Brodny J., Tutak M. Assessing the energy security of European Union countries from two perspectives – A new integrated approach based on MCDM methods. *Applied Energy*, 2023, vol. 347, Article 121443. DOI [10.1016/j.apenergy.2023.121443](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121443)

27. Osadchenko E. A. Place of energy security in the security system of the Russian Federation. *Herald of Omsk University. Series “Economics”*, 2024, vol. 22, no. 3, pp. 83–91. (In Russ.). DOI [10.24147/1812-3988.2024.22\(3\).83-91](https://doi.org/10.24147/1812-3988.2024.22(3).83-91). EDN [GFFCRN](https://www.edn.ru/entry/GFFCRN)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена Алексеевна Осадченко – аспирант, старший преподаватель кафедры финансов и управления рисками, Сибирский федеральный университет (Россия, 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79/3); ✉ eaosadchenko@mail.ru

Ирина Сергеевна Ферова – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой финансов и управления рисками, Сибирский федеральный университет (Россия, 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79/3); ✉ iferova@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena Alekseevna Osadchenko – Postgraduate Student, Senior Lecturer at the Department of Finance and Risk Management, Siberian Federal University (79, Svobodny pr., Krasnoyarsk, 660041, Russia); ✉ eaosadchenko@mail.ru

Irina Sergeevna Ferova – Doctor of Science (Economics), Professor, Head at the Department of Finance and Risk Management, Siberian Federal University (79, Svobodny pr., Krasnoyarsk, 660041, Russia); ✉ iferova@yandex.ru