

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЕЕ ОЦЕНКЕ*

Юрий Дмитриевич КОНОНОВ ^{а,*}, Дмитрий Юрьевич КОНОНОВ ^б

^а доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск, Российская Федерация
kononov@isem.irk.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 7634-0211

^б кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск, Российская Федерация
dima@isem.irk.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

* Ответственный автор

История статьи:

Получена 20.02.2019
Получена в доработанном виде 14.03.2019
Одобрена 02.04.2019
Доступна онлайн 17.06.2019

УДК 621.311: 338.27

JEL: Q43, Q47

Ключевые слова:

энергетическая
безопасность,
экономические риски,
индикаторы

Аннотация

Предмет. Стратегические угрозы энергетической безопасности включают две важные экономические составляющие: угрозу нестабильности и значительного роста цен на энергоносители и угрозу продолжительного дефицита, недостаточного развития производственных мощностей из-за ограниченности или несвоевременности инвестиций.

Тема. Количественная оценка возможного ущерба для социальной сферы и экономики от задержки ввода мощностей в ТЭК или от заметного роста стоимости топлива или энергии – наиболее сложная задача, возникающая при выявлении стратегических угроз и индикаторов энергетической безопасности. общепризнанных методов количественной оценки значимости указанных угроз и определения их вероятности пока еще нет. Однако без такой оценки трудно определить пороговые значения индикаторов, превышение которых может создать критическую ситуацию в энергетике страны или регионов.

Цели. Анализ различных угроз и возможных методических подходов к их количественной оценке.

Методология. В работе использован системный анализ взаимосвязей энергетики и экономики с использованием оптимизационных и стохастических моделей.

Результаты. Предложены новые индикаторы энергетической безопасности и подходы к количественной оценке стратегической угрозы дефицита мощности в электроэнергетике. Показана целесообразность применения стохастических моделей для оценки и сравнения инвестиционных рисков вариантов энергоснабжения.

Выводы. При количественной оценке индикаторов, характеризующих инвестиционные риски и динамику цен на энергоносители, важно учитывать их взаимосвязь. Пороговые значения этих индикаторов зависят от сценариев развития энергетики, а также от характера неопределенности прогнозируемых условий. При их оценке надо использовать поэтапный подход и многоуровневую систему оптимизационных и стохастических моделей.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2019

Для цитирования: Кононов Ю.Д., Кононов Д.Ю. Экономическая составляющая энергетической безопасности и методические подходы к ее оценке // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. – 2019. – Т. 15, № 6. – С. 1086 – 1096.
<https://doi.org/10.24891/ni.15.6.1086>

Количество статей по проблемам энергетической безопасности (далее – ЭБ) и по способам оценки ее состояния в разных странах постоянно растет. При этом наблюдается большое разнообразие трактовок ЭБ (так, в работе [1] их более 80). Во всех определениях ЭБ присутствует физическая доступность энергоресурсов, но значительное внимание уделяется также ценам на энергию (71% определений ЭБ). Увеличивается внимание в оценке состояния ЭБ таких факторов, как экология (34%), социальные эффекты (37%), качество управления и энергетическая эффективность (25%).

Концептуальное определение ЭБ дано Международным энергетическим агентством (IEA): «*непрерываемая доступность энергетических ресурсов по приемлемым ценам*»¹. При этом различается краткосрочная и долгосрочная ЭБ. Первая фокусируется на способности энергетических систем должным образом реагировать на внезапные изменения в балансе производства и потребления энергоресурсов, а долгосрочная безопасность энергоснабжения связана со своевременными инвестициями в энергетику для удовлетворения будущих потребностей экономики и требований устойчивости окружающей среды.

Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации² определяет ЭБ как *состояние защищенности граждан, общества, государства, экономики от угроз дефицита в обеспечении их потребности доступными энергетическими ресурсами приемлемого качества*. При этом не выделяется влияние на ЭБ таких экономических факторов, как приемлемые для потребителей и производителей цены на энергоносители, а также условия для

инвестиций в развитие ТЭК. Оценка этих экономических факторов необходима для выявления стратегических угроз и учета их в долгосрочных прогнозах энергетики страны и регионов.

Одной из основных стратегических угроз является возможное отставание развития электроэнергетики, разведки и освоения новых месторождений нефти и газа и создания соответствующей инфраструктуры от растущего спроса на энергоносители. Это отставание может быть обусловлено ограничением денежных, материальных и трудовых ресурсов. Недостаток финансовых средств нередко становится основной причиной задержки в реализации тех или иных крупномасштабных проектов в ТЭК. Неопределенность будущего спроса и цен приводит к повышению рисков для потенциальных инвесторов.

Неблагоприятная для развития социальной и производственной сферы динамика цен на топливо или энергию может стать серьезной стратегической угрозой, влияющей на национальную и энергетическую безопасность. Ее количественная оценка, способы согласования противоречивых ценовых интересов потребителей и производителей топлива и энергии – важная и пока еще не решенная в должной мере методическая проблема. На это указывается, в частности, в работе [2].

Трактовки понятия ЭБ влияют на методы оценки ее состояния. При этом фактически все они основаны на использовании индикаторов и индексов. Первые отражают отдельные стороны ЭБ, а вторые – являются ее комплексными характеристиками, одним из важных результатов индикативного анализа.

В статье [3] приводится список 320 простых и 52 комплексных индикаторов ЭБ, используемых в разных странах и организациях. При конструировании интегральных показателей неизбежна значительная степень субъективизма как при выборе состава индикаторов, так и при

¹ Работа выполнена в рамках проекта государственного задания III.17.5.2, регистрационный № АААА-А17-117030310452-7, тема проекта № 0349-2016-0012.

¹ IEA. Measuring Short-Term Energy Security. 2011, 15 p. URL: <https://yumpu.com/en/document/view/19621056/measuring-short-term-energy-security-iea>

² Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации: утв. Указом Президента РФ от 13.05.2019 № 216. URL: <http://kremlin.ru/acts/news/60516>

определении их весов (значимости). Многоэтапный подход к построению таких индексов включает: определение их предназначения, целеполагания, концепции; определение структуры индекса, выбор характеризующих его индикаторов и их группировки; нормализации данных и индикаторов; определение их значимости (весов); агрегирование индикаторов и субиндексов³.

Несмотря на сложность и условность их конструирования, комплексные индикаторы и индексы все шире используются в отдельных странах и международными организациями для оценки состояния ЭБ и межстрановых сравнений⁴. При этом для агрегирования индикаторов, наряду с экспертными оценками их значимости, используются разные методические подходы к определению их весов [4–6].

Исследование проблем ЭБ в отдельных странах с использованием оптимизационных моделей развития систем энергетики позволяет определять степень влияния на экономику и энергетику изменения значений отдельных исходных данных и индикаторов. Тем самым повышается возможность более обоснованной оценки их значимости.

Предложенная в работе [7] методика анализа и прогнозирования состояния ЭБ предусматривает сочетание индикативного и модельного подхода. При этом индикаторы определяются для трех блоков: производственной и ресурсной обеспеченности, надежности энергоснабжения, состояния основных производственных фондов. С помощью специальной оптимизационной модели ТЭК и имитационных математических моделей энергетических отраслей [8] исследуется

вариант развития энергетики в условиях возможного дефицита энергоресурсов у потребителей и определяются дополнительные затраты на его предотвращение. По величине этих затрат состояние ЭБ рассматриваемого варианта относится к нормальному, предкризисному или кризисному.

Представляется, что этот подход к оценке состояния ЭБ должен быть дополнен определением риска (вероятности) дефицита энергоресурсов в рассматриваемых прогнозных условиях и возможного макроэкономического ущерба его реализации. Предлагаемые для этого индикаторы и способы их количественной оценки приведены в *табл. 1*. Описание упомянутых в *табл. 1* моделей можно найти, например, в работе [9].

Для определения рационального ввода новых электростанций в прогнозируемых условиях и связанных с этим рисками для потенциальных инвесторов нами разработана модель и компьютерная программа под названием МИСС-ЭЛ [10]. Минимум дисконтированных затрат на генерацию и магистральный транспорт электроэнергии является критерием оптимальности в модели. При этом учитываются ограничения на потребность в электроэнергии на рассматриваемой территории, на возможный ввод или модернизацию электростанций разного типа, на ресурсы газа. Все эти ограничения задаются интервально. Нижние и верхние границы задаются также для цен на топливо, для основных технико-экономических показателей электростанций и для ресурсов газа. Для учета особенностей энерго- и топливоснабжения крупные макрорегионы, рассматриваемые в модели, разделены на несколько областей или федеральных округов.

Учет неопределенности исходных данных и множества их возможных комбинаций требует получения и сравнения большого количества оптимальных для разных условий решений. Для этого в компьютерной программе МИСС-ЭЛ используется известный метод

³ Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. OESD, 2018, 152 p.

⁴ WEG. World Energy Trilemma Index: Monitoring the Sustainability of National Energy Systems. 2017, 145 p.; Index of U.S. Energy Security Risk (2017 edition). Global Energy Institute U.S. Chamber of Commerce. 2017, 89 p.; International Index of Energy Security Risk: Assessing Risk in a Global Energy Market. Global Energy Institute U.S. Chamber of Commerce. 2018, 80 p.

Монте-Карло [11, 12]). При этом предусматривается выбор характера распределения вероятности значений исходных показателей внутри задаваемого диапазона. Это распределение может быть нормальным, показательным, равномерным и т.д.

Важная особенность МИСС-ЭЛ – определение инвестиционных рисков сооружения каждой рассматриваемой электростанции и варианта энергоснабжения в целом. Для этого определяется вероятность (частота) попадания данной станции в оптимальное решение. Чем меньше эта вероятность, тем выше риск реализации соответствующего инвестиционного проекта.

Формируемый компьютерной программой основной (базовый) вариант состоит из наименее рискованного состава электростанций. Ему соответствует минимальная цена электроэнергии в рассматриваемых условиях.

Описанный подход к оценке рисков и серьезности угрозы возможного дефицита мощности можно использовать при определении численных значений индикаторов, представленных в *табл. 1*.

Так, инвестиционный риск варианта можно представить в виде

$$PD = \frac{\sum_i r_i N_i}{\sum_i N_i},$$

где PD – угроза дефицита, N_i – прогнозируемый ввод мощностей i , r_i – инвестиционные риски отдельных проектов.

Долю новых мощностей с неприемлемым риском $\bar{N}_i$ в рассматриваемом в МИСС-ЭЛ варианте можно определить, используя другой индикатор:

$$MHP = \frac{\sum_i \bar{N}_i}{\sum_i N_i}.$$

Принимаемые пороговые значения этих индикаторов могут использоваться как ограничения в оптимизационных моделях ТЭК и электроэнергетики на заключительных этапах итерационных расчетов системы моделей.

В *табл. 2* и на *рис. 1* приведены результаты экспериментальных расчетов на модели МИСС-ЭЛ.

В качестве исходного (базового) при экспериментальных расчетах был принят один из вариантов ввода мощностей развития энергетики Европейской части РФ (включая Урал) в период 2020–2025 гг., полученный на детерминированной оптимизационной модели ТЭК. Исходные данные, однозначно определенные в этом варианте, в модели МИСС-ЭЛ рассматривались как стохастические, изменяющиеся в следующих диапазонах: технико-экономические показатели – 10%, цены на топливо – 15%. При этом ограничения на ввод мощностей отдельных электростанций колебались от 0 до верхней границы их возможного ввода. Эти предельные значения принимались экспертно с ориентацией на результаты расчетов детерминированной модели ТЭК. Единственным исходным показателем, задаваемым однозначно, была потребность в электроэнергии каждого региона. Но в дополнительных расчетах МИСС-ЭЛ рассматривались варианты спроса с отклонением от базового варианта на 5 и 10%.

Оценки рисков (вероятности попадания в итоговое оптимальное решение) сооружения новых станций (см. *табл. 2*) показывают значительную их зависимость от спроса на электроэнергию, а также существенное различие в конкурентоспособности станций. С увеличением на рассматриваемой территории спроса растет стоимость производства электроэнергии (средняя и маржинальная) (см. *рис. 1a*), но снижается средний риск для инвесторов варианта электроснабжения (см. *рис. 1b*). Соответственно, уменьшается угроза

недостатка денежных средств для строительства и модернизации станций.

Важно учитывать негативное влияние на эти показатели увеличения неопределенности будущих условий. Она характеризуется изменением ширины задаваемого диапазона и распределения вероятных значений исходных данных внутри него.

Результаты расчетов МИСС-ЭЛ позволяют дать количественную оценку предлагаемым индикаторам, определив средний риск варианта или долю в общем предполагаемом вводе мощностей станций с недопустимым для инвестора риском.

В заключение следует отметить, что оценка инвестиционных рисков и возможного дефицита мощностей в ТЭК должна быть увязана с другой экономической проблемой энергетической безопасности – определением возможной рациональной и предельно допустимой динамики роста цен на энергоносители. Это требует поэтапного подхода к прогнозированию и использованию многоуровневой системы моделей, например, представленных в монографиях [9, 13].

Важно включать в итерационную схему расчетов региональные модели энергоснабжения, а также модели, имитирующие поведение потенциальных инвесторов – энергетических компаний. Это позволяет учитывать сравнительную рискованность рассматриваемых вариантов и корректировать ограничения в оптимизационных моделях развития электроэнергетики и ТЭК страны.

Отставание ввода мощностей от растущей потребности в ней из-за ограниченных инвестиционных ресурсов может привести к замедлению темпов развития экономики. По оценке В.А. Непомнящего [14], минимальный

ущерб экономике России от нарушения электроснабжения потребителей составляет 5,95 долл. США/кВт·ч. Во многих странах при прогнозировании развития электроэнергетики средний удельный ущерб от недоотпуска электроэнергии принимается на уровне 10 долл. США/кВт·ч.

При долгосрочном прогнозировании развития ТЭК для оценки возможного ущерба от дефицита мощности целесообразно использовать оптимизационные макроэкономические модели. Такая оценка, приведенная в статье В.И. Локтионова [15], показала, что при сокращении инвестиций в ТЭК в 2025 г. на 4–5% потребность в электроэнергии сократится на 0,8–1%, а объем ВВП – на 0,7–0,9%.

Очевидно, что эти и другие количественные оценки возможных последствий ущербов от дефицита электроэнергии или топлива весьма условны. Они, в частности, зависят от принимаемых в расчетах сценариев развития энергетики и экономики.

При выявлении вероятности и значимости стратегических угроз ЭБ важную роль могут сыграть количественные оценки инвестиционных рисков как отдельных крупномасштабных проектов⁵ [16], так и вариантов развития энергетики страны и регионов⁶. Предлагаемый в статье методический подход предназначен для такой оценки.

В условиях растущей неопределенности будущего увеличивается эффективность совместного использования оптимизации и метода Монте-Карло. Такой комбинированный методический подход реализован в компьютерной программе МИСС-ЭЛ. Результаты экспериментальных расчетов показали его работоспособность.

⁵ Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика: учеб. пособие. М.: Дело, 2002. 888 с.

⁶ Макаров А.А. Системные исследования развития энергетики: курс лекций. М.: Изд-во МЭИ, 2013. 280 с.

Таблица 1**Экономические угрозы долгосрочному развитию электроэнергетики и способы их оценки****Table 1****Economic threats to the long-term development of power engineering and the methods to assess them**

Угрозы и причины	Индикаторы	Способы оценки (модели)
Дефицит новых мощностей	Инвестиционные риски проектов и вариантов. Доля проектов с недопустимым риском.	Стохастическая МИСС-ЭЛ. МИСС-ЭЛ.
Недостаток стимулов для инвестиций	Вероятность угрозы дефицита и его влияние на развитие систем и на макроэкономику	Оптимизационная ТЭК, макроэкономическая МИДЛ
Проблемы в требуемом развитии сопряженных отраслей и инфраструктуры	Требуемый прирост полных (прямых и косвенных) капиталовложений, затрат трудовых и других ресурсов для ускорения развития электроэнергетики	Межотраслевая. ИМПАКТ
Временные ограничения (инерционность электроэнергетики и экономики страны)	Соотношение сроков строительства ЭС и времени на упреждающее развитие сопряженных производств	ИМПАКТ
Неприемлемая динамика стоимости электроэнергии	Снижение темпов ВВП при удорожании электроэнергии.	МИДЛ + ИНФмод
Противоречия интересов производителей и потребителей	Соотношение рыночных цен на электроэнергию и цен, обеспечивающих минимальную рентабельность функционирования и развития электроэнергетики	
Низкая адаптивность экономики	Ценовая эластичность спроса на энергию на региональных рынках	МИСС-ЭЛ
Высокая энергоемкость	Доля затрат на электроэнергию в ВВП	МИДЛ
Неопределенность конъюнктуры на энергетических рынках	Вероятное отклонение динамики стоимости генерации электроэнергии от ожидаемой	МИДЛ + ИНФмод

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

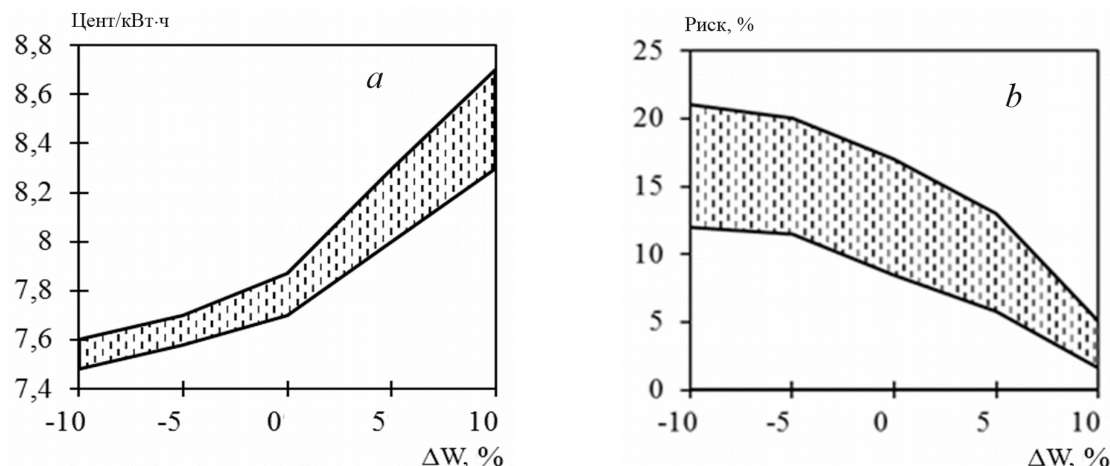
Таблица 2**Зависимость инвестиционных рисков новых электростанций от изменения прогнозируемого спроса на электроэнергию, %****Table 2****The correlation of investment risks of new power plants and changes in the predictable demand for power, percentage**

Электростанции	Базовый вариант	Отклонения от базового варианта	
		-5%	5%
КЭС, газ	13–20	14–21	11–18
ТЭЦ, газ	1,5–4	2–4	1–2
ТЭЦ, уголь	4–23	17–31	2–18
АЭС	19–26	25–35	9–17
ГЭС	14–17	16–20	11–14
Солнечные и ветровые	12–32	20–40	11–22
Средний риск	8–17	12–20	6–13

Примечание. Расчеты для сценарных условий развития ЕЭС Европейской части РФ в период 2020–2025 гг. Первые цифры при нормальном распределении вероятности исходных данных, вторые – при их интервальной неопределенности.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 1**Влияние изменения потребностей в электроэнергии ΔW на цену генерации (a) и риски для инвесторов (b)****Figure 1****The impact of changes in the demand for power ΔW on the cost of power generation (a) and investment risks (b)**

Примечание. Нижняя граница при нормальном распределении исходных данных, верхняя – при их интервальной неопределенности.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. 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.
2. Mansson A., Johansson B., Nilsson L.J. Assessing Energy Security: An Overview of Commonly Used Methodologies. *Energy*, 2014, vol. 73, pp. 1–14.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.06.073>
3. Sovacool B.K., Mukherjee I. Conceptualizing and Measuring Energy Security: A Synthesized Approach. *Energy*, 2011, vol. 36, iss. 8, pp. 5343–5355.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.06.043>
4. Blum H., Legey L.F.L. The Challenging Economics of Energy Security: Ensuring Energy Benefits in Support to Sustainable Development. *Energy Economics*, 2012, vol. 34, iss. 6, pp. 1982–1989.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.013>
5. Fang D., Shi S., Yu O. Evaluation of Sustainable Energy Security and an Empirical Analysis of China. *Sustainability*, 2018, vol. 10, iss. 5, pp. 1–23.
6. Augutis J. et al. Integrated Energy Security Assessment. *Energy*, 2017, vol. 138, pp. 890–901.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.07.113>
7. Сендеров С.М., Пяткова Н.И., Рабчук В.И. и др. Методика мониторинга состояния обеспечения энергетической безопасности в России на региональном уровне. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2014. 146 с.
8. Сендеров С.М., Пяткова Н.И. Применение двухуровневой технологии исследований при решении проблем энергетической безопасности // Известия РАН. Энергетика. 2000. № 6. С. 31–39.

9. Гальперова Е.В., Кононов Ю.Д., Кононов Д.Ю. и др. Методы и модели прогнозных исследований взаимосвязей энергетики и экономики. Новосибирск: Наука, 2009. 178 с.
10. Кононов Ю.Д., Тыртышный В.Н., Кононов Д.Ю. Использование стохастического моделирования при выборе вариантов энергоснабжения регионов с учетом инвестиционных рисков // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2018. № 2. С. 80–87. URL: <https://doi.org/10.25729/2413-0133-2018-2-08>
11. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы. М.: Наука, 1975. 472 с.
12. Pereira E. Methodology of Risk Analysis by Monte Carlo Method Applied to Power Generation with Renewable Energy. *Renewable Energy*, 2014, vol. 69, pp. 347–355. URL: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.03.054>
13. Системные исследования в энергетике: методология и результаты / под ред. А.А. Макарова и Н.И. Воропая. М.: ИНЭИ РАН, 2018. 309 с.
14. Непомнящий В.А. Оценка ущерба от нарушений электроснабжений потребителей // Академия энергетики. 2012. № 5. С. 12–17.
15. Локтионов В.И. Россия на пути к устойчивой энергетике // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14. Вып. 4. С. 725–740. URL: <https://doi.org/10.24891/ni.14.4.725>
16. Khativ H. Economic Evaluation of Projects in Electric Supply Industry. London, IEE Press, 2003, 216 p.

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.

ECONOMICS OF THE ENERGY SECURITY AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO ITS EVALUATION

Yurii D. KONONOV ^{a,*}, Dmitrii Yu. KONONOV ^b

^a Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (ESI SB RAS),
Irkutsk, Russian Federation
kononov@isem.irk.ru
ORCID: not available

^b Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (ESI SB RAS),
Irkutsk, Russian Federation
dima@isem.irk.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Received 20 February 2019

Received in revised form

14 March 2019

Accepted 2 April 2019

Available online

17 June 2019

JEL classification: Q43, Q47

Abstract

Subject Strategic threats to the energy security imply two crucial economic aspects, i.e. the risk of unstable energy prices and their growth and risk of long-standing energy shortage, underdeveloped production capacity due to limited or retarded investment. It is one of the most difficult tasks to measure the possible loss that a delay in the power plant launch or a palpable increase in energy prices may cause for the social security and economy. There are no generally accepted methods to quantify the significance of the above threats and determine their probability. However, it is difficult to assess the thresholds of indicators without such measurement.

Objectives The study analyzes the above threats and possible methodological approaches to their measurement.

Methods Research is based on a systems analysis of a correlation between the power engineering sector and economy as a whole, involving optimization and stochastic models.

Results We suggest using new energy security metrics and approaches to evaluating the strategic threat of production capacity shortage in power engineering. We prove the reasonableness of stochastic models to evaluate and compare investment risks of power supply options.

Conclusions and Relevance When assessing metrics of investment risks and energy price trends, it is important to consider their correlation. Thresholds of such indicators depend on power engineering development scenarios and the nature of forecast uncertainty. They should be assessed step by step through the multi-tiered system of optimization and stochastic models.

Keywords: energy security, economic risks, indicators

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2019

Please cite this article as: Kononov Yu.D., Kononov D.Yu. Economics of the Energy Security and Methodological Approaches to Its Evaluation. *National Interests: Priorities and Security*, 2019, vol. 15, iss. 6, pp. 1086–1096.
<https://doi.org/10.24891/ni.15.6.1086>

Acknowledgments

The study was conducted as part of State job III.17.5.2, registration № AAAA-A17-117030310452-7, subject № 0349-2016-0012.

References

1. 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.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.064>

2. Mansson A., Johansson B., Nilsson L.J. Assessing Energy Security: An Overview of Commonly Used Methodologies. *Energy*, 2014, vol. 73, pp. 1–14.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.06.073>
3. Sovacool B.K., Mukherjee I. Conceptualizing and Measuring Energy Security: A Synthesized Approach. *Energy*, 2011, vol. 36, iss. 8, pp. 5343–5355.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.06.043>
4. Blum H., Legey L.F.L. The Challenging Economics of Energy Security: Ensuring Energy Benefits in Support to Sustainable Development. *Energy Economics*, 2012, vol. 34, iss. 6, pp. 1982–1989.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.013>
5. Fang D., Shi S., Yu O. Evaluation of Sustainable Energy Security and an Empirical Analysis of China. *Sustainability*, 2018, vol. 10, iss. 5, pp. 1–23.
6. Augutis J. et al. Integrated Energy Security Assessment. *Energy*, 2017, vol. 138, pp. 890–901.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.07.113>
7. Senderov S.M., Pyatkova N.I., Rabchuk V.I. et al. *Metodika monitoringa sostoyaniya obespecheniya energeticheskoi bezopasnosti v Rossii na regional'nom urovne* [The technique for energy security monitoring in Russia at the regional level]. Irkutsk, Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 2014, 146 p.
8. Senderov S.M., Pyatkova N.I. [The application of a two-tiered research technique for energy security purposes]. *Izvestiya RAN. Energetika = Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Power Engineering*, 2000, no. 6, pp. 31–39. (In Russ.)
9. Gal'perova E.V., Kononov Yu.D., Kononov D.Yu. et al. *Metody i modeli prognoznnykh issledovaniy vzaimosvyazei energetiki i ekonomiki* [Methods and models of forecasting researches on the relationship of energy and economy]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2009, 178 p.
10. Kononov Yu.D., Tyrtysnyi V.N., Kononov D.Yu. [The use of stochastic modeling in the selection of power supply options for regions taking into account investment risks]. *Informatsionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii = Information and Mathematical Technologies in Science and Management*, 2018, no. 2, pp. 80–87. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.25729/2413-0133-2018-2-08>
11. Ermakov S.M. *Metod Monte-Karlo i smezhnye voprosy* [Monte Carlo methods and related questions]. Moscow, Nauka Publ., 1975, 472 p.
12. Pereira E. Methodology of Risk Analysis by Monte Carlo Method Applied to Power Generation with Renewable Energy. *Renewable Energy*, 2014, vol. 69, pp. 347–355.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.03.054>
13. *Sistemnye issledovaniya v energetike: metodologiya i rezul'taty* [System research in power engineering: The methodology and results]. Moscow, Institute of Energy Research RAS Publ., 2018, 309 p.
14. Nepomnyashchii V.A. [Damage assessment from violation of power supply to consumers]. *Akademiya energetiki = Academy of Energy*, 2012, no. 5, pp. 12–17. (In Russ.)

15. Loktionov V.I. [Russia heading towards sustainable power engineering]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'* = *National Interests: Priorities and Security*, 2018, vol. 14, iss. 4, pp. 725–740. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ni.14.4.725>
16. Khatib H. *Economic Evaluation of Projects in Electric Supply Industry*. London, IEE Press, 2003, 216 p.

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.