ISSN 2029-0225
e-ISSN 2029-8862

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛИТВЫ И БЕЛАРУСИ

АЛЕКСАНДР МИХАЛЕВИЧ,
ПАВЕЛ ПОПЛАВСКИЙ, ДЕНИС РИМКО

Институт энергетики Национальной академии наук Беларуси
E-mail: amikhal@bas-net.by; p.poplavsky@gmail.com; rima1982@mail.ru

В статье изложены результаты разработки методики оценки энергетической безопасности Литвы и Беларуси на основе индикативного подхода. Приведены методика расчета, численные значения и источники данных индикаторов энергетической безопасности для Беларуси.

Ключевые слова: *энергетическая безопасность, индикативный анализ.*

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы анализа экономической и энергетической безопасности государства относятся к задачам больших систем, характеризующихся разнообразием свойств, параметров и состояний, сложностью внутренних и внешних взаимосвязей, неопределенностью условий развития и т.д., поэтому известные методы анализа технических систем в этом случае малопригодны.

Для решения подобных задач применяется индикативный подход к анализу систем. Индикативный подход основан на определении индикаторов, отражающих степень развития угроз энергетической безопасности. Список индикаторов содержит пороговые (предельно допустимые) значения, с которыми сопоставляются фактические значения показателей. В Литве и

Беларуси в настоящее время используются различные совокупности индикаторов, поэтому при разработке единого подхода для оценки состояния энергетической безопасности этих стран необходимо, прежде всего, разработать единый набор индикаторов энергетической безопасности.

ИНДИКАТИВНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Сущность индикативного анализа состоит в следующем:

- определение показателей (индикаторов), существенно влияющих на уровень энергетической безопасности;
- сопоставление текущих и ожидаемых значений индикаторов с некоторыми заранее определенными пороговыми (предельно допустимыми) уровнями, периодически пересматриваемыми;
- определение качественного состояния энергетической безопасности, которые можно характеризовать как нормальное (Н), предкризисное (ПК), кризисное (К). Дополнительно могут выделяться промежуточные стадии приближения или углубления кризиса в предкризисной и кризисной зонах соответственно.

Нормальным состоянием считается такое, при котором обеспечиваются приемлемые значения всех или почти всех индикативных показателей.

Предкризисная зона характеризуется состоянием, когда угрозы безопасности начинают приобретать существенно значимость, с которой уже необходимо считаться. В случае непринятия мер по нейтрализации и ликвидации угроз возникает опасность развития дестабилизирующих факторов, что чревато ослаблением безопасности. Предкризисное состояние само по себе не означает необратимого ухудшения состояния в целом, но может означать существенное ухудшение по отдельным сферам. Однако это ухудшение может быть преодолено принятием надлежащих мероприятий корректирующего характера. Введение

предкризисной зоны необходимо именно для того, чтобы вовремя увидеть возникающие опасные тенденции в развитии ситуации и предотвратить их нарастание. Поэтому на этой стадии главным образом применяются меры превентивного характера.

Стадия кризиса характеризуется существенными негативными тенденциями и динамикой развития, которые уже в начальной стадии кризиса ставят под угрозу устойчивое развитие системы. При попадании в нее нельзя ограничиться превентивными мерами, а требуются меры перестроечного характера. Такого рода мероприятия сопровождаются значительными затратами и выход из кризиса потребует определенных жертв и может сопровождаться временным ухудшением качества жизни, пока система не достигнет устойчивого развития [1].

Методика анализа энергетической безопасности на основе **индикативного подхода** включает следующие этапы [2]:

- определение и классификация угроз энергетической безопасности;
- определение объектов мониторинга энергетической безопасности;
- формирование совокупности показателей, необходимых для мониторинга энергетической безопасности;
- формирование индикативных блоков диагностики угроз энергетической безопасности;
- установление пороговых уровней кризисности для индикативных показателей;
- определения уровней кризисности показателей энергетической безопасности;
- оценка ситуации по индикативным блокам;
- оценка ситуации по состоянию энергетической безопасности в целом;
- разработка мероприятий по ликвидации, нейтрализации и ослаблению действия угроз энергетической безопасности.

Таким образом, для оценки энергетической безопасности в первую очередь необходимо сформировать систему индикативных показателей и их пороговые значения, на основе чего в

дальнейшем будут оцениваться уровень энергетической безопасности, и выявляться основные угрозы путем сопоставления фактических значений с пороговыми. Величина отклонений от установленных пороговых значений покажет уровень опасности появления разрушительных или необратимых процессов в энергетике страны. Необходимым условием системы индикаторов энергетической безопасности является использование первичных показателей, входящих в систему общегосударственной и (или) ведомственной статистической отчетности и характеризующих состояние энергетических систем и экономики.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ БЕЛАРУСИ И ЛИТВЫ

В Республике Беларусь мониторинг энергетической безопасности ведется по набору из 12 индикаторов [2], в Литве – по 67 индикаторам [3]. Поэтому при выборе общего для этих стран набора индикаторов специалисты руководствовались тем, что проведение оценки энергетической безопасности на основе литовской системы индикаторов не вполне корректно для Беларуси в силу ряда объективных причин, и наоборот.

Во-первых, по причине неполного наличия данных, необходимых для расчета индикаторов. Согласно предварительной оценке возможности применения набора индикаторов энергетической безопасности, используемых в Литве, для оценки энергетической безопасности Республики Беларусь оказалось, что только 7 индикаторов имеют аналоги в обеих странах, еще 14 индикаторов могут быть рассчитаны по имеющимся в Беларуси данным, расчет остальных 46 индикаторов вызывает затруднения из-за отсутствия публикуемых данных.

Во-вторых, из-за наличия в литовской системе индикаторов таких показателей, которые характеризуют степень либерализованности (открытости) литовской энергосистемы (доступность потребителей к свободному рынку электроэнергии, теплоэнергии; возможность выбора поставщиков электроэнергии,

теплоэнергии, природного газа и др.), и в свою очередь не могут быть применены для белорусской энергосистемы, так как она является государственной монополией.

Поэтому в качестве индикативных показателей, используемых для сравнительной оценки энергетической безопасности Литвы и Беларуси, представителями Литовского энергетического института и Института энергетики Национальной академии наук Беларуси был разработан набор из 13 индикаторов.

Общий перечень индикативных показателей оценки энергетической безопасности Литвы и Беларуси состоит из следующих индикаторов:

1) доля собственных энергетических ресурсов в балансе котельно-печного топлива государства, %;

2) доля потребления моторного топлива, обеспечиваемая за счет добычи собственной нефти и производства биотоплива в стране, %;

3) доля доминирующего энергоресурса в балансе топлива для производства тепловой и электрической энергии, %;

4) доля доминирующего поставщика энергоресурсов в валовом потреблении ТЭР, %;

5) доля теплоэлектростанций, способных работать на двух и более взаимозаменяемых видах топлива, %;

6) износ основных производственных фондов в электроэнергетике, %;

7) обеспеченность запасами котельно-печного топлива (по углю, газу и мазуту), суток;

8) отношение суммарной установленной мощности электростанций к максимальной фактической нагрузке в энергосистеме (резервирование), %;

9) отношение цен на топливно-энергетических ресурсов (1 кВт*ч электроэнергии, 1000 куб. метров природного газа,) к рыночным ценам в ЕС, %;

10) взвешенный риск перебоев в поставках топливно-энергетических ресурсов от стран импортеров;

11) взвешенная доля риска от иностранных инвесторов, %;

12) число отказов в сетях 35-750 кВ и выше на каждые 100 км;

13) степень выполнения обязательств страны в рамках Киотского протокола, %;

В качестве дополнительного параметра сравнения стран был выбран показатель, характеризующий ***энергоемкость валового внутреннего продукта***, т н.э./1000 долл. США 2000 года по паритету покупательской способности.

Перечисленные индикаторы рассчитываются следующим образом.

Доля собственных энергоресурсов в балансе котельно-печного топлива государства (I_1):

$$I_1 = \frac{K_{\text{intres}}}{K_{fbal}} \cdot 100\%, \qquad (1)$$

где K_{intres} – собственные нефть, природный (попутный) газ, торф, уголь, дрова и отходы деревообработки и т.д., т у.т.;

K_{fbal} – общее количество энергоресурсов, потребленных в стране за год, т у.т.

Доля потребления моторного топлива, обеспечиваемая за счет добычи собственной нефти и производства биотоплива в стране (I_2):

$$I_2 = \frac{M_{\text{int}\,fuels}}{M_{totcons}} \cdot 100\%, \qquad (2)$$

где $M_{\text{int fuels}}$ – количество моторного топлива (бензин, дизельное топливо, биотопливо), которое производится или может быть произведено за счет собственных ресурсов, т.е. из собственной нефти, а также производство биотоплива из собственного сырья, т у.т.;

$M_{totcons}$ – общее потребление моторного топлива в стране за год, т у.т.

Доля доминирующего энергоресурса в балансе топлива для производства тепловой и электрической энергии (I_3):

$$I_3 = \frac{M_{domERe}}{M_{totalER.}} \cdot 100\%, \qquad (3)$$

где M_{domERe} – количество доминирующего энергоресурса (например, природного газа) в производстве тепловой и электрической энергии, т у.т.;

$M_{totalERe}$ – общее количество всех энергоресурсов, используемых в производстве тепловой и электрической энергии, т у.т.

Доля доминирующего поставщика энергоресурсов в валовом потреблении ТЭР (I_4):

$$I_4 = \frac{M_{domERs}}{M_{totalERs}} \cdot 100\%, \qquad (4)$$

где M_{domERs} – количество энергоресурсов, поставляемых от основного поставщика энергоресурсов (подразумевается страна-поставщик), т у.т.;

$M_{totalERs}$ – общее количество энергоресурсов потребляемых страной за год, т у.т.

Доля теплоэлектростанций, способных работать на двух и более взаимозаменяемых видах топлива (I_5):

$$I_5 = \frac{P_{interchangP}}{P_{totalP}} \cdot 100\%, \qquad (5)$$

где $P_{interchangP}$ – установленная мощность теплоэлектростанций, способных работать на двух и более взаимозаменяемых видах топлива, МВт;

P_{totalP} – общая установленная мощность всех теплоэлектростанций энергосистемы, МВт.

Показатель износа основных производственных фондов в электроэнергетике (I_6):

$$I_6 = \frac{\sum_{I=1}^{N} T_{\exp I} P_{\exp I}}{\sum_{I=1}^{N} T_{NormI} P_{\exp I}} 100\,\%, \qquad (6):$$

$I = 1 \div N$ – число блоков электростанций в энергосистеме;

$T_{\exp I}$ – фактический срок службы блока электростанции, лет;

T_{NormI} – нормативный срок службы блока электростанции, лет;

$P_{\exp I}$ – установленная мощность блока электростанции, МВт.

Обеспеченность запасами котельно-печного топлива (по углю, газу и мазуту) (I_7):

$$I_7 = \frac{R}{\left(\frac{K_{total_{consumption}}}{365}\right)}, \qquad (7)$$

где R – суммарное количество резервов котельно-печного топлива (по углю, газу и мазуту), т у.т.;

$K_{total_{consumption}}$ – среднегодовое валовое потребление энергоресурсов страной, т у.т.

Отношение суммарной установленной мощности электростанций к максимальной фактической нагрузке в энергосистеме (резервирование) (I_8):

$$I_8 = \frac{P_{instal_{cap}}}{P_{\max Load}} \cdot 100\%, \qquad (8)$$

где $P_{instal_{cap}}$ – суммарная установленная мощность всех электростанций на начало года, МВт;

$P_{\max Load}$ – максимальная фактическая нагрузка в энергосистеме за рассматриваемый год, МВт.

Отношение цен в Беларуси на ТЭР (1 кВт*ч электроэнергии, 1000 куб. метров природного газа,) к рыночным ценам в ЕС (I_9):

$$I_9 = \frac{I_{ngBY}}{I_{ngEU}} \cdot \frac{I_{elBY}}{I_{elEU}} \cdot 100\% , \qquad (9)$$

где: I_{ngBY} – средняя цена природного газа в Беларуси;

I_{ngEU} – средняя цена природного газа в странах Европейского Союза;

I_{elBY} – средневзвешенная по различным категориям потребителей цена электроэнергии в Беларуси;

I_{elEU} – средняя цена электроэнергии в странах Европейского Союза.

Взвешенный риск перебоев в поставках топливно-энергетических ресурсов от стран импортеров (I_{10}):

$$I_{10} = \sum_i R_i \cdot P^i , \qquad (10)$$

где R_i – доля страны в общем количестве импортируемых энергоресурсов;

P^i – фактор политического риска этой страны;

i – количество стран, откуда импортируются энергоресурсы.

Взвешенная доля риска от иностранных инвесторов (I_{11}):

$$I_{11} = \frac{\hat{A}_{\max} \cdot P^{\max}}{\sum_i \hat{A}_i \cdot P^i} \cdot 100\% , \qquad (11)$$

где $\hat{A}_i$ – доля страны в общем количестве иностранных инвестиций в ТЭК, превышающая десятипроцентный уровень;

P^i – фактор политического риска этой страны;

$\hat{A}_{\max}$ – доля страны с наибольшим количеством инвестиций в ТЭК;

$P^{\max}$ – фактор политического риска страны с наибольшим количеством инвестиций в ТЭК.

Число отказов в сетях 35-750 кВ и выше на 100 км (I_{12}):

$$I_{12} = \frac{N_{\text{failures}}}{S} \cdot 100\,\%, \qquad (12)$$

где N_{failures} – общее количество отказов в электрических сетях;

S – общая протяженность электрических сетей в километрах.

Степень выполнения обязательств страны в рамках Киотского протокола (I_{13}):

$$I_{13} = \frac{W_{\text{Kyoto_commitments}}}{W_{fact}} \cdot 100\%, \qquad (13)$$

где W_{fact} – фактические выбросы парниковых газов страной в год, тыс.т;

$W_{\text{Kyoto_commitments}}$ – взятые страной количественные обязательства по ограничению или сокращению выбросов парниковых газов в процентах от базового 1990 года согласно *Приложению В Киотского протокола*, тыс.т.

Источниками данных для индикаторов № 1-5,7,8 являются топливно-энергетические балансы Литвы и Беларуси, которые публикуются ежегодно.

Износ основных производственных фондов в электроэнергетике, число отказов, а также данные по обеспеченности запасами котельно-печного топлива (по углю, газу и мазуту) в электрических сетях будут определяться по данным, имеющимся у операторов энергосистемы.

Источником данных по средним европейским ценам на газ и электроэнергию стал официальный сайт Европейской Комиссии (*Europe's Energy Portal*) [4]. Средний тариф на электрическую энергию в странах ЕС равен 8,4 цента (США) за кВт*ч. В Беларуси в 2010 году с учетом перекрестного субсидирования средний тариф составлял около 10 центов (США) за кВт*ч [5]. Средняя по 2010 году цена на природный газ для Беларуси составила 185 долл. США за 1000 м^3, а для Европейского союза среднегодовые цены

на природный газ составили около 250 долл. США за 1000 м^3. Таким образом, в среднем цены на основные энергоносители для потребителей Беларуси составляют около 88 % от европейских, а за электрическую энергию промышленные потребители уже платят больше своих европейских коллег, в то время, как население – соответственно, меньше.

Таблица 1. **Численные значения индикаторов энергетической безопасности для Республики Беларусь за 2010 г.**

№	Название индикатора	Значение индикатора
1	Доля собственных энергоресурсов в балансе котельно-печного топлива государства, %	20,6
2	Доля потребления моторного топлива, обеспечиваемая за счет добычи собственной нефти и производства биотоплива в стране, %	19,6
3	Доля доминирующего энергоресурса в балансе топлива для производства тепловой и электрической энергии, %	94,7
4	Доля доминирующего поставщика энергоресурсов в валовом потреблении ТЭР, %	82,4
5	Доля теплоэлектростанций, способных работать на двух и более взаимозаменяемых видах топлива, %	94,0
6	Износ основных производственных фондов в электроэнергетике, %	51,2
7	Обеспеченность запасами котельно-печного топлива (по углю, газу и мазуту), суток	58,4
8	Отношение суммарной установленной мощности электростанций к максимальной фактической нагрузке в энергосистеме (резервирование), %	135,8
9	Отношение цен в Беларуси на ТЭР (1 кВт*ч электроэнергии, 1000 куб. метров природного газа), к рыночным ценам в ЕС, %	88,0
10	Взвешенный риск от стран импортеров, балл	38,6

№	Название индикатора	Значение индикатора
11	Взвешенный риск от иностранных инвесторов, балл	46,9
12	Отношение числа отказов в сетях 35-750 кВ на 100 км	0,858
13	Степень выполнения обязательств страны в рамках Киотского протокола, %	188,5
14*	*Энергоемкость валового внутреннего продукта*, т н.э./1000 долл. США 2000 года по ППС	0,31

Данные по структуре импорта топливно-энергетических ресурсов публикуются в сборнике Национального статистического комитета Республики Беларусь «Внешняя торговля Республики Беларусь».

Источником данных по страновым рискам стали публикуемые рейтинги государств, составляемые такими международными организациями как *Maplecroft* [6] и *Political Risk Services Group* [7]. По данным этих организаций Россия, Беларусь и Азербайджан имеют примерно одинаковый уровень риска, а Венесуэла, из которой Беларусь также импортирует нефть, является значительно более рискованным поставщиком топливно-энергетических ресурсов. Наиболее безопасными поставщиками являются европейские страны, однако они обладают и наименьшими запасами топливно-энергетических ресурсов и в структуре импорта ресурсов (в основном продукты нефтепереработки) в Беларусь занимают ничтожно малую долю.

Численные значения сформированных индикаторов для Республики Беларусь за 2010 год приведены в таблице 1. Следующим этапом выполнения оценки энергетической безопасности страны в соответствии с разрабатываемой методикой является установление пороговых уровней индикаторов. Формирование пороговых уровней будет произведено с использованием экспертных методов на следующих этапах исследования.

ВЫВОДЫ

Для оценки энергетической безопасности Литвы и Беларуси предложено использовать индикативный метод, разработан единый для обеих стран список из 13 индикаторов энергетической безопасности, определены источники данных и разработана методика вычисления значений индикаторов. Приведены численные значения сформированных индикаторов для Республики Беларусь за 2010 год.

Авторы статьи выражают большую благодарность Ričardas Krikštolaitis и Juozas Augutis, коллегам из Университета им. Витаутаса Великого, участвующим в совместной разработке методики оценки энергетической безопасности Литвы и Беларуси на основе индикативного подхода.

* Работа выполнена при поддержке гранта БРФФИ № Г11ЛИТ-022.

ЛИТЕРАТУРА

1. Татаркин, А. И.; Куклин, А. А. и др. *Состояние и перспективы развития экономики России и Республики Беларусь в рамках союзного государства*. Екатиринбург: Изд-во Уральского университета, 2001, 536 с.
2. Быкова, Е. В.; Михалевич, А. А.; Римко, Д. В. и др. *Методические подходы к решению проблемы энергетической безопасности Молдовы и Беларуси*. Кишинев, 2010, 100 с.
3. Augutis, J.; Krikštolaitis, R. etc. Lithuanian Energy Security Level Variation due to Ignalina Nuclear Power Plant Shutdown // *Surviving the Global Economic Crisis: Proceeding of 11th International Association for Energy Economics (IAEE) European conference on energy economy, policies and supply security*. Vilnius: Cleveland OH, 2010, p. 1–7.
4. *Europe's Energy Portal* [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.energy.eu. Дата доступа: 24.02.2012.
5. *Справочник расценок жилищно-коммунальных услуг* [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://minsk.gov.by/ru/tarif/. Дата доступа: 24.02.2012.
6. *Political Risk Prospects Improving in Key Emerging Markets for Global Energy Sector* [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://maplecroft.com/about/news/political_risk_map_2012.html. Дата доступа: 24.02.2012.
7. *Political Risk Services (PRS)* [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.prsgroup.com. Дата доступа: 24.02.2012.

SUMMARY

Key words: *energy security, indicative analysis.*

The article presents methodologies of energy security assessment based on indicative approach developed in Lithuania and Belarus from comparative perspective. Methodologies, numerical values and data sources for calculating energy security indicators are provided.