

Математические и информационные технологии в энергетике

УДК 620.9

DOI:10.25729/ESI.2023.31.3.006

Индикативный метод оценки энергетической безопасности регионов Республики Беларусь

Панасюк Василий Васильевич

Академия управления при Президенте Республики Беларусь,
Республика Беларусь, Минск, *panasiukvasili@ya.ru*

Аннотация. В статье рассмотрено применение индикативного метода оценки энергетической безопасности регионов Республики Беларусь, выполняется расчет интегрального показателя энергетической безопасности регионов с использованием индикативного подхода.

Ключевые слова: методика, энергетическая безопасность, регион, оценка, интегральный показатель, индикатор

Цитирование: Панасюк В.В. Индикативный метод оценки энергетической безопасности регионов Республики Беларусь / В.В. Панасюк // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2023. – № 3(31). – С. 60-73. – DOI:10.25729/ESI.2023.31.3.006.

Введение. Обеспечение энергетической безопасности относится к важному аспекту устойчивого социально-экономического развития общества, состояния окружающей среды и качества жизни граждан.

В Республике Беларусь до 2005 года для определения стратегии развития энергетической отрасли применялся метод приведенных затрат, который оценивал решения только с точки зрения экономической эффективности, без комплексной оценки состояния энергетической безопасности государства. В настоящее время стратегические показатели развития энергетики определены в утвержденной в 2015 году уже третьей редакции Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь на период до 2035 года (далее – Концепция).

В Концепции под энергетической безопасностью понимается защищенность граждан и экономики государства от угроз дефицита в энергии, нарушения бесперебойности энергоснабжения, а также эффективность конечного потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и экономическая устойчивость топливно-энергетического комплекса (ТЭК) страны [1].

Согласно Концепции, принятой в 2015 году, системой из 11-и индикаторов, которые объединены в 4 блока, оценивают состояние энергобезопасности Республики Беларусь.

Методология оценки состояния энергобезопасности заключается в сравнении «пороговых» значений индикаторов с их фактическими значениями по годам. Вместе с тем, следует отметить, что Концепция утратила стратегически мотивирующую функцию ввиду преждевременного достижения по некоторым показателям их плановых значений, отсутствия индикаторов оценки уровня цифровизации и экологического влияния предприятий энергетики, а также отсутствия индикаторов по оценке состояния энергобезопасности на региональном уровне.

1. Материалы исследования. Основополагающей предпосылкой устойчивого социально-экономического развития государства является обеспечение энергобезопасности не только страны в целом, но и ее регионов. В настоящее время проблема обеспечения энергетической безопасности регионов особо актуальна ввиду усиления воздействия угроз стабильному функционированию объектов ТЭК различного уровня. По результатам анализа литературных источников был сформирован набор показателей, существенно влияющих на состояние энергобезопасности регионов республики [2-4]. С учетом ранее выполненного

анализа значимости рисков и угроз энергетической безопасности Республики Беларусь [5] особое внимание обращено на показатели производственного, финансового и информационного характера (вызываемые использованием информационных технологий). Данные показатели объединены в блоки, указанные в Концепции, предусмотрев направления – «энергетической самостоятельности, диверсификации видов и надежности поставок энергоресурсов, резервирования, переработки и распределения, а также энергетической эффективности их конечного потребления и экономической устойчивости топливно-энергетического комплекса Беларуси» [1]. С учетом огромного влияния энергетической отрасли на качество жизни граждан и состояние окружающей среды, предлагается дополнительно предусмотреть «социально-экологический» блок. Наполнение блоков соответствующими индикаторами представлено в таблице 1.

Таблица 1. Индикаторы энергобезопасности регионов Республики Беларусь

Блок	Индикатор
Б1. Энергетическая самостоятельность	Производственные индикаторы
	И1. Доля располагаемой мощности самого крупного источника электроэнергии в максимальной электрической нагрузке за год
	И2. Доля располагаемой мощности самого крупного генератора электростанции в максимальной электрической нагрузке года
	И3. Доля собственной выработки в электропотреблении региона
	И4. Доля предприятий ТЭК в общем объеме производства продукции региона за год
	Финансовые индикаторы
	И5. Доля расходов на приобретение энергетических ресурсов в объеме ВРП региона
	И6. Коэффициент платежеспособности текущей ликвидности предприятий ТЭК
	Информационные индикаторы
	И7. Отношение отечественных производителей цифровых решений к импортным
Б2. Диверсификация поставщиков и видов энергоресурсов	Производственные индикаторы
	И8. Доля доминирующего вида топлива в валовом потреблении ТЭР
	И9. Доля доминирующего энергоресурса (газа) в производстве тепловой и электрической энергии в общем потреблении газа
	Финансовые индикаторы
	И10. Доля расходов предприятий ТЭК на приобретение доминирующего вида топлива(газа).
	Информационные индикаторы
	И11. Коэффициент дифференциации поставщиков цифровых решений
Б3. Надежность поставок, резервирование, переработка и	Производственные индикаторы
	И12. Индекс средней частоты отключений по региональной энергосистеме (SAIFI)
	И13. Коэффициент резервирования
	И14. Доля средних потерь при передаче и распределении энергии

распределение ТЭР	Финансовые индикаторы
	И15. Удельный вес накопленной амортизации в первичной стоимости основных средств ТЭК
	Информационные индикаторы
	И16. Доля энергоисточников ТЭК региона, интегрированных в региональную АСКУЭ
	И17. Доля промышленных потребителей с присоединенной мощностью 750 кВА и выше, интегрированных в АСКУЭ
	И18. Доля генераторов энергоисточников региона, оснащенных АСУ ТП
Б4. Энергетическая эффективность конечного потребления ТЭР и экономическая устойчивость ТЭК	Производственные индикаторы
	И19. Коэффициент использования установленной мощности электростанций региона
	И20. Средние удельные расходы условного топлива на МВт произведенной энергии (т.у.т./МВт)
	Финансовые индикаторы
	И21. Энергоемкость ВРП региона, (кг усл.топл./млн.руб.)
	И22. Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами предприятий ТЭК
	И23. Рентабельность продаж предприятий ТЭК (Облэнерго)
	И24. Коэффициент выручки от выработки электроэнергии (ЭЭ) и отпуска тепловой энергии (ТЭ) на МВт установленной мощности (без покупной ЭЭ)
	Информационные индикаторы
	И25. Доля экономии ТЭР при внедрении информационных технологий (АСУ) в общем годовом объеме экономии ТЭР предприятий ТЭК (Облэнерго), %
Б5. Социально-экологический блок	Производственные индикаторы
	И26. Выбросы загрязняющих веществ от сжигания топлива на производство ТЭ и ЭЭ на душу населения (кг/чел)
	И27. Конечное потребление электроэнергии на душу населения (кВт*ч/тыс.чел)
	Финансовые индикаторы
	И28. Доля расходов на ЭЭ и топливо в общем объеме потребительских расходов домашних хозяйств, %
	И29. Совокупные расходы на охрану окружающей среды (руб./чел.)
	Информационные индикаторы
	И30. Доля бытовых потребителей региона, интегрированных в АСКУЭ

2. Методология расчета интегрального показателя энергетической безопасности региона. Во многих странах уделяется особое внимание комплексной оценке энергетической безопасности [6]. В последнее время, при оценке сложных систем, которым характерно разнообразие состояний, свойств, параметров, взаимосвязей, – используются интегральные индексы, характеризующие состояние развития системы [7-10]. При этом, наличие неудовлетворительного значения одного индикатора или области оценки системы компенсируются значениями других индикаторов и областей, что в итоге повлияет на

конечное значение интегрального индекса. Данный подход может быть применен при оценке энергобезопасности системы одним комплексным показателем. В результате применения отобранных показателей, – значение разработанного интегрального показателя позволит комплексно с разных сторон описать энергосистему. Данный подход предлагается применить для оценки энергобезопасности регионов страны.

При изучении методологии многокритериального анализа можно сделать выводы, что с его помощью принимаются многие управленческие решения экономического характера основываясь на современных методах (МКАР; Multi-Criteria Decision Analysis, MCDA) с возможностью применения к временному ряду состояний развивающейся системы [11-19]. Оценка энергобезопасности регионов страны представляется задачей анализа систем, для которых характерны многие факторы, критерии или индикаторы. Развитие состояния систем будет происходить при изменении этих индикаторов во времени, тем самым мы будем наблюдать изменения состояния энергобезопасности регионов страны.

В целях реализации задачи оценки энергобезопасности регионов с применением методов МКАР, используя многофакторную теорию ценности, необходимо осуществить определенную процедуру, основой которой является построение по иерархическому принципу дерева целей, а применительно к задаче оценки энергобезопасности – дерево индикаторов, которое изображено на рисунке 1.

Дерево индикаторов/целей структурно выстраивает по иерархическому принципу заданную многокритериальную задачу. На рисунке 1 общая оценка энергобезопасности регионов является наивысшим уровнем иерархии. Количество специфических областей (блоков), равное 5, является следующим уровнем иерархии, по которому производится общая оценка. Набор индикаторов исполнен в натуральных единицах выражения, количество которых в первой области равно 7, во второй области – 4, в третьей – 7, в четвертой – 7 и в пятой – 5.

Показатели системы в различных натуральных единицах для рассматриваемых моментов времени и являются индикаторами системы, которые на следующем этапе процедуры, согласно многофакторной теории ценности, необходимо перевести в безразмерную шкалу единого интервала, например, [0 - 1], с применением однофакторных функций ценности для каждого индикатора $V_j(x_j)$. Эти функции далее будут представлять тот или иной индикатор. Следующим этапом после преобразования в безразмерную шкалу индикаторов, однофакторные функции ценности должны позволить ответить на вопрос, что положительно сказывается на исследуемой системе при изменении конкретного индикатора: увеличение или уменьшение величины индикатора. В зависимости результата влияния используются возрастающие, в первом случае, (увеличение индикатора благоприятно для системы) или убывающие, во втором случае, однофакторные функции ценности [20].

При расчете интегрального индикатора для свертывания однофакторных функций ценности наиболее важным этапом является определение весовых коэффициентов. Существуют различные методы их определения, к которым относятся: прямой метод; методы ранжирования, рейтинга, парных сравнений и т.д.

3. Расчет интегрального показателя энергетической безопасности регионов Республики Беларусь. В целях демонстрации предлагаемого подхода по оценке энергетической безопасности регионов приведем результаты расчета интегральных индикаторов регионов и индикаторов по областям их оценки для системы индикаторов, предложенной в ранее указанной таблице 1 за период 2018 – 2020 гг. В таблице 2 приведены характеристики, которые необходимы для расчета.

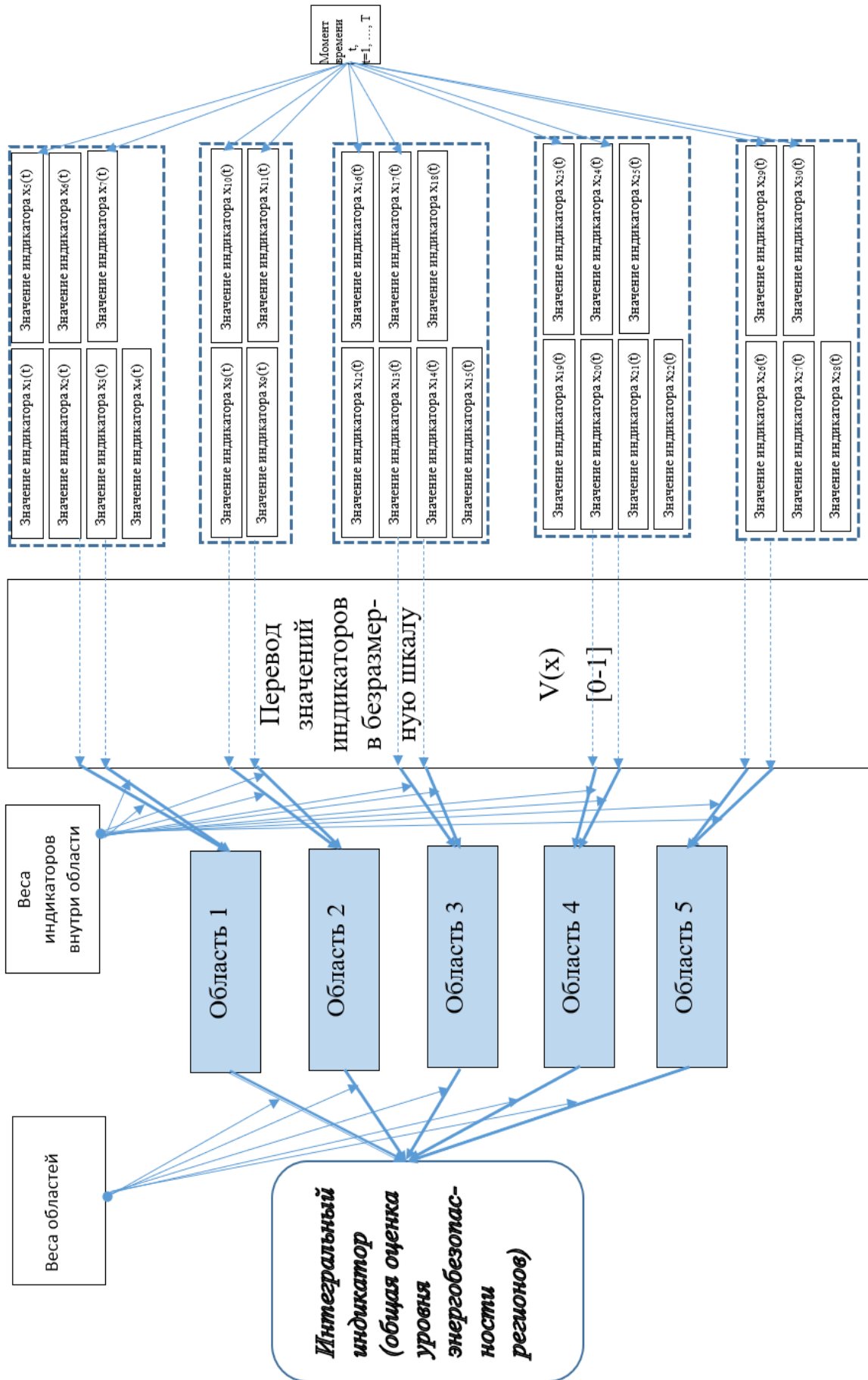


Рис. 1. Дерево целей/индикаторов энергетической безопасности регионов Республики Беларусь

Таблица 2. Характеристики расчета интегральных индексов регионов

Блок	Вес блока	Индикатор	Вес индикатора в блоке	Вес индикатора	Минимум	Максимум	Функция ценности индикатора
Б1. Энергетическая самостоятельность	0,2	Производственные индикаторы					
		И1. Доля располагаемой мощности самого крупного источника электроэнергии в максимальной электрической нагрузке за год	0,143	0,029	0,38	4,853	восходящая
		И2. Доля располагаемой мощности самого крупного генератора электростанции в максимальной электрической нагрузке года	0,143	0,029	0,09	0,805	восходящая
		И3. Доля собственной выработки в электропотреблении региона за год	0,143	0,029	0,37	3,22	восходящая
		И4. Доля предприятий ТЭК в общем объеме производства продукции региона за год	0,143	0,029	0,02	0,11845	восходящая
		Финансовые индикатор					
		И5. Доля расходов на приобретение энергетических ресурсов в объеме ВРП региона	0,143	0,029	0,05	0,2254	нисходящая
		И6. Коэффициент платежеспособности текущей ликвидности предприятий ТЭК	0,143	0,029	0,89	2,6105	восходящая
		Информационные индикатор					
		И7. Отношение отечественных производителей цифровых решений к импортным	0,143	0,029	0,28	2,461	восходящая
		Б2. Диверсификация поставщиков и видов энергоресурсов	0,2	Производственные индикатор			
И8. Доля доминирующего вида топлива в валовом потреблении ТЭР	0,25			0,050	0,33	1,1155	нисходящая
И9. Доля доминирующего энергоресурса-газа в производстве тепловой и электрической энергии в общем потреблении газа	0,25			0,050	0,36	1,0465	нисходящая
Финансовые индикаторы							
И10. Доля расходов предприятий ТЭК на приобретение доминирующего вида топлива(газа).	0,25			0,050	0,17	0,736	нисходящая
Информационные индикаторы							
И11. Коэффициент дифференциации поставщиков цифровых решений	0,25	0,050	0,05	1,15	восходящая		

Б3. Надежность поставок, резервирование, переработка и распределение ТЭР	0,2	Производственные индикаторы					
		И12. Индекс средней частоты отключений по региональной энергосистеме (SAIFI)	0,143	0,029	0,46	1,4835	нисходящая
		И13. Коэффициент резервирования	0,143	0,029	0,48	6,601	восходящая
		И14. Доля средних потерь при передаче и распределении энергии	0,143	0,029	0,06	0,506	нисходящая
		Финансовые индикаторы					
		И15. Удельный вес накопленной амортизации в первичной стоимости основных средств ТЭК	0,143	0,029	0,36	0,6325	восходящая
		Информационные индикаторы					
		И16. Доля энергоисточников ТЭК региона, интегрированных в региональную АСКУЭ	0,143	0,029	0,10	0,299	восходящая
		И17. Доля промышленных потребителей с присоединенной мощностью 750 кВА и выше, интегрированных в АСКУЭ	0,143	0,029	0,48	1,058	восходящая
И18. Доля генераторов энергоисточников региона, оснащенных АСУ ТП	0,143	0,029	0,31	0,989	восходящая		
Б4. Энергетическая эффективность конечного потребления ТЭР и экономическая устойчивость ТЭК	0,2	Производственные индикаторы					
		И19. Коэффициент использования установленной мощности электростанций региона	0,143	0,029	0,25	0,6785	восходящая
		И20. Средние удельные расходы условного топлива на МВт произведенной энергии (т.у.т./МВт)	0,143	0,029	0,19	0,79465	нисходящая
		Финансовые индикаторы					
		И21. Энергоемкость ВРП региона, (кг усл.топл./млн.руб.)	0,143	0,029	176,46	592,365	нисходящая
		И22. Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами предприятий ТЭК	0,143	0,029	0,04	0,644	восходящая
		И23. Рентабельность продаж предприятий ТЭК (Облэнерго)	0,143	0,029	0,00	18,4	восходящая
		И24. Коэффициент выручки от выработки ЭЭ и отпуска ТЭ на МВт установленной мощности (без покупной электроэнергии)	0,143	0,029	0,41	1,84	восходящая
		Информационные индикаторы					
И25. Доля экономии ТЭР при внедрении информационных технологий (АСУ) в общем годовом объеме экономии ТЭР	0,143	0,029	0,94	30,245	восходящая		

		предприятий ТЭК (Облэнерго), %					
Б5. Социально-экологический блок	0,2	Производственные индикаторы					
		И26. Выбросы загрязняющих веществ от сжигания топлива на производство ТЭ и ЭЭ на душу населения (кг/чел)	0,2	0,040	4,85	35,42	нисходящая
		И27. Конечное потребление электроэнергии на душу населения (кВт*ч/тыс.чел)	0,2	0,040	1075,25	5686,75	восходящая
		Финансовые индикаторы					
		И28. Доля расходов на Э/Э и топливо в общем объеме потребительских расходов домашних хозяйств, %	0,2	0,040	2,04	3,565	нисходящая
		И29. Совокупные расходы на охрану окружающей среды (руб./чел.)	0,2	0,040	51,51	226,435	восходящая
		Информационные индикаторы					
И30. Доля бытовых потребителей региона, интегрированных в АСКУЭ.	0,2	0,040	0,09	0,5405	восходящая		

Источниками данных для расчета индикаторов за период 2018-2020 гг. являлась информация, полученная в Национальном статистическом комитете Республики Беларусь и в ГПО «Белэнерго», отчетная информация республиканских унитарных предприятий РУП Облэнерго (областных региональных энергосистем), опубликованная на их сайтах. При выполнении расчетов, как допущение, применялись одинаковые веса как для индикаторов внутри каждой области, так и для самих областей оценки. Суммарное значение всех удельных весов индикаторов равно единице. Минимальные и максимальные значения индикаторов определялись с помощью коэффициентов вариации и стандартных отклонений. Для расчета использовались в качестве однофакторных функций ценности линейные функции восходящего или нисходящего характера в зависимости от смысла конкретного индикатора. Интегральные показатели региона и областей их оценки принимают измерение от 0 до 1, при этом более высокое значение индекса характеризует более высокий уровень состояния энергобезопасности региона в целом или составляющей области (блока) его оценки.

Предложенная система индексов по оценке энергобезопасности регионов – это совокупность интегральных показателей, которые позволяют определить в динамике уровень энергобезопасности региона или области его оценки, а также сравнить с другими регионами страны.

Результаты расчета интегральных индикаторов регионов показаны на диаграммах (рисунки 2-7). Из диаграмм видно, что в диапазоне изменения значений индикаторов на основе фактических данных 2018-2020 гг., в большинстве регионов страны в целом энергобезопасность имеет положительные тенденции.

Так, из рисунка 2 видно, что энергобезопасность Брестского региона за рассматриваемый период выросла на 10% прежде всего за счет 3-го блока индикаторов, характеризующих надежность поставок, резервирование, переработку и распределение ТЭР.

Из рисунка 3 видно, что Витебская область имеет незначительное снижение уровня энергобезопасности за счет негативного влияния 3-го блока показателей, отвечающих за надежность поставок, резервирование, переработку и распределение ТЭР.



Рис. 2. Динамика изменения интегрального показателя энергетической безопасности Брестской области Республики Беларусь в 2018-2020 гг.



Рис. 3. Динамика изменения интегрального показателя энергетической безопасности Витебской области Республики Беларусь в 2018-2020 гг.



Рис. 4. Динамика изменения интегрального показателя энергетической безопасности Гомельской области Республики Беларусь в 2018-2020 гг.

При этом значение интегрального показателя региона находится на приемлемом среднем уровне прежде всего за счет компенсирующего воздействия индикаторов 2-го и 4-го блоков,

характеризующих дифференциацию поставщиков и видов энергоресурсов и энергетическую эффективность конечного потребления ТЭР и экономическую устойчивость ТЭК.

Как видно из рисунка 4, Гомельская область демонстрирует самый высокий рост уровня энергобезопасности как по блокам оценки, так и по региону в целом, достигнув самого высокого абсолютного значения интегрального показателя среди регионов, равного 0,523, что соответствует среднему уровню энергобезопасности.

На рисунке 5 показано, что Гродненская область также имеет положительную динамику интегрального индекса, вместе с тем наблюдается снижение индикаторов 4-го блока, характеризующих энергетическую эффективность конечного потребления ТЭР и экономическую устойчивость ТЭК.



Рис. 5. Динамика изменения интегрального показателя энергетической безопасности Гродненской области Республики Беларусь в 2018-2020 гг.

Как видно из рисунка 6, в Минской области незначительный рост уровня энергобезопасности прежде всего обусловлен снижением индикаторов 1-го блока, характеризующих энергетическую самостоятельность региона.



Рис. 6. Динамика изменения интегрального показателя энергетической безопасности Минской области Республики Беларусь в 2018-2020 гг.

На рисунке 7 показано, что в Могилевской области, по аналогии с Гомельской областью, наблюдается пропорциональный рост уровня энергобезопасности, как по блокам оценки, так и по региону в целом.



Рис. 7. Динамика изменения интегрального показателя энергетической безопасности Могилевской области Республики Беларусь в 2018-2020 гг.

Заключение. Анализ проведенных расчетов показывает, что состояние энергобезопасности регионов может достичь более высокого уровня при условии повышения в регионах некоторых индикаторов областей (блоков) оценки. Так, в Брестской области необходимо обратить особое внимание на индикатор социально-экологического блока «И.26. Выбросы загрязняющих веществ от сжигания топлива на производство ТЭ и ЭЭ на душу населения». Витебскому региону необходимо продолжить вывод из эксплуатации стареющих мощностей конденсационных энергоблоков и модернизацию энергооборудования Лукомльской ГРЭС для улучшения индикатора «И.14. Доля средних потерь при передаче и распределении энергии». Несмотря на приемлемый средний уровень энергобезопасности Гродненского региона, областной энергосистеме необходимо обратить внимание на вопросы режимного характера по загрузке собственных генерирующих мощностей с учетом ввода Белорусской АЭС, тем самым улучшить индикатор «И.20. Средние удельные расходы условного топлива на Мвт произведенной энергии». В Могилевском регионе необходимо усилить внимание к индикатору финансового характера «И.23. Рентабельность продаж предприятий ТЭК (Облэнерго)», который значительно ниже, чем в других областных энергосистемах.

При разработке новой редакции Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь предлагается:

- наряду с энергобезопасностью страны рассматривать энергобезопасность регионов;
- дополнить систему индикаторов показателями социально-экологической направленности энергобезопасности, а также индикаторами, характеризующими уровень цифровизации предприятий энергетики;
- для оценки энергетической безопасности регионов Республики Беларусь целесообразно применять индикативный метод по определению интегрального индикатора и его составляющих – отдельных блоков системы.

Список источников

1. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь, утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23.12.2015 г. – № 1084.
2. Кононов Ю.Д. Зависимость состава и значимости индикаторов энергетической безопасности от целей прогноза и рассматриваемой перспективы / Ю.Д. Кононов, Д.Ю. Кононов // Информационные и математические технологии в науке и управлении, 2022. – № 2(26). – С. 97-103.
3. Кононов Ю.Д. Особенности учета состояния энергетической безопасности при многокритериальной оценке вариантов развития топливно-энергетического комплекса / Ю.Д. Кононов, Д.Ю. Кононов // Национальные интересы: приоритеты и безопасность, 2022. – Т.18. – Вып.5. – С. 977-990.
4. Владимиров Я.А. Энергетическая безопасность региона как элемент устойчивого развития. / Я.А. Владимиров, О.В. Новикова, Л.В. Корякина // Региональная экономика: теория и практика. – Т. 20. – Вып.1. – С.49-73.
5. Зорина Т.Г. Типологизация и анализ значимости рисков и угроз энергетической безопасности Республики Беларусь с учетом интеграции Белорусской АЭС в энергосистему / Т.Г. Зорина, В.В. Панасюк, С.Г. Прусов // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ, 2022. – № 5 (65). – С. 385-397.
6. Кононов Ю.Д. Анализ зарубежного опыта комплексной оценки состояния энергетической безопасности. / Ю.Д. Кононов // Энергетическая политика, 2018. – Вып. 6. – С. 98-107.
7. Попов Б.И. Многокритериальный анализ решений как метод оценки уровня энергетической безопасности Республики Беларусь / Б.И. Попов, Т.Г. Зорина, О.А. Любчик // Устойчивое развитие энергетики Республики Беларусь - состояние и перспективы: сб. ст. Междунар. научн. конф., Минск, 1-2 окт. 2020 г. – С.287-295.
8. Зорина Т.Г. Устойчивое энергетическое развитие Республики Беларусь: теория, методология, экономический механизм: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук /Зорина Татьяна Геннадьевна: Белорусский государственный экономический университет. – Минск, 2016. – 476 с.
9. World energy trilemma index. 2019. World energy council in partnership with Oliver Wyman.
10. Иоселиани А.Н. Методы оптимизации параметров теплообменных аппаратов АЭС. / А.Н. Иоселиани, А.А. Михалевич, В.Б. Нестеренко, М.Е. Салуквадзе. – Минск.: Наука и техника., 1981. – 144 с.
11. Carver S.J. Integrating multicriteria evaluation with geographical information systems. Intern. Journ. of Geographical Information Systems, 1991, vol. 5 (3), pp. 321-339.
12. Chakhar S., Martel J.-M. Enhancing geographical information systems capabilities with multi-criteria evaluation functions. Journ. of Geographic Information and Decision Analysis, 2003, vol. 7 (2), pp. 47-71.
13. Densham P.J., Goodchild M.F. Spatial decision support systems: a research agenda. Proc. of GIS/LIS'89/ Orlando, FL, 1989, pp. 706-716.
14. Jankowski P. Integrating geographical information systems and multiple criteria decision making methods. Intern. Journ. of Geographical Information Systems, 1995, no. 9, pp. 251-273.
15. Malczewski J. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. Progress in Planning, 2004, no. 62, pp. 3-65.
16. Malczewski J. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. Intern. Journ. of Geographical information science, 2006, vol. 20 (7), pp. 703-726.
17. Malczewski J. GIS and multicriteria decision analysis. NY, Wiley & Sons Publ, 1999, 392 p.
18. Rinner C. Web-based spatial decision support: status and research directions. Journ. of Geographic information and decision analysis, 2003, vol. 7 (1), pp. 14-31.
19. Yatsalo B., Kiker G., Kim J. [et al.] Application of multi-criteria decision analysis tools for management of contaminated sediments. Integrated environmental assessment and management, 2007, vol. 3 (2), pp. 223-233.
20. Зорина Т.Г. Индикативный подход к оценке энергетической безопасности Республики Беларусь. / Т.Г. Зорина., Б.И. Попов // Информационные и математические технологии в науке и управлении, 2020. – № 2 (18). – С. 107-123.

Панасюк Василий Васильевич. Соискатель кафедры «Экономического развития и менеджмента» Академии управления при Президенте Республики Беларусь. Депутат, заместитель председателя Постоянной комиссии Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь по промышленности, топливно-энергетическому комплексу, транспорту и связи. Направление исследований: формирование региональной политики энергетической безопасности Республики Беларусь. ORCID: 0000-0002-7852-4432, panasiukvasili@yandex.ru.

UDC 620.9

DOI: 10.25729/ESI.2023.31.3.006

Indicative method for assessing the energy security of the regions of the Republic of Belarus

Vasiliy V. Panasyuk

Academy of Public Administration under the President of the Republic of Belarus,

Minsk, the Republic of Belarus, *panasiukvasili@ya.ru*

Abstract. The article considers the application of the indicative method for assessing the energy security of the regions of the Republic of Belarus, calculates the integral indicator of the energy security of the regions using the indicative approach.

Keywords: methodology, energy security, region, assessment, integral indicator, indicator

References

1. Kontseptsiya energeticheskoy bezopasnosti Respubliki Belarus', utverzhennaya postanovleniyem Soveta Ministrov Respubliki Belarus' ot 23.12.2015 g. no. 1084 [The concept of energy security of the Republic of Belarus, approved by the Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus of 23.12.2015. No. 1084.]
2. Kononov Y.D., Kononov D.Y. Zavisimost' sostava i znachimosti indikatorov energeticheskoy bezopasnosti ot tseley prognoza i rassmatrivayemoy perspektivy [Dependence of the composition and significance of energy security indicators on the objectives of the forecast and the perspective under consideration]. *Informacionnye i matematicheskie tehnologii v nauke i upravlenii* [Information and mathematical technologies in science and management], 2022, no. 2(26), pp. 97-103.
3. Kononov Yu.D., Kononov D.Y. Osobennosti ucheta sostoyaniya energeticheskoy bezopasnosti pri mnogokriterial'noy otsenke variantov razvitiya toplivno-energeticheskogo kompleksa [Features of accounting for the state of energy security in a multi-criteria assessment of options for the development of the fuel and energy complex]. *Natsional'nyye interesy: priority i bezopasnost'* [National interests: priorities and security], 2022, vol. 18, iss. 5, pp. 977-990.
4. Vladimirov Y.A., Novikova O.V., Koryakina L.V. Energeticheskaya bezopasnost' regiona kak element ustoychivogo razvitiya [Energy security of the region as an element of sustainable development]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional Economics: Theory and Practice], vol. 20, issue. 1, pp. 9-73.
5. Zorina T.G., Panasyuk V.V., Prusov S.G. Tipologizatsiya i analiz znachimosti riskov i ugroz energeticheskoy bezopasnosti Respubliki Belarus' s uchetom integratsii Belorusskoy AES v energosistemu [Typology and analysis of the significance of risks and threats to energy security of the Republic of Belarus taking into account the integration of the Belarusian NPP into the energy system]. *Energetika. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy i energeticheskikh ob'yedineniy SNG* [Energy. Proceedings of higher educational institutions and energy associations of the CIS], 2022, no. 5 (65), pp. 385-397.
6. Kononov Yu.D. Analiz zarubezhnogo opyta kompleksnoy otsenki sostoyaniya energeticheskoy bezopasnosti [Analysis of foreign experience of a comprehensive assessment of the state of energy security]. *Energeticheskaya politika* [Energy policy], 2018, issue 6, pp. 98-107.
7. Popov B.I., Zorina T.G., Lyubchik O.A. Mnogokriterial'nyy analiz resheniy kak metod otsenki urovnya energeticheskoy bezopasnosti Respubliki Belarus' [Multicriteria analysis of solutions as a method for assessing the level of energy security of the Republic of Belarus]. *Ustoychivoye razvitiye energetiki Respubliki Belarus' - sostoyaniye i perspektivy: sb. st. Mezhdunar. nauchn. konf., Minsk, 1-2 okt.* [Sustainable development of the energy of the Republic of Belarus - state and prospects. Scientific. Conf., Minsk, October 1-2], 2020, pp. 287-295.
8. Zorina T.G. Ustoychivoye energeticheskoye razvitiye Respubliki Belarus': teoriya, metodologiya, ekonomicheskiy mekhanizm [Sustainable energy development of the Republic of Belarus: theory, methodology, economic mechanism]. *Dissertatsiya na soiskaniye stepeni doktora ekonomicheskikh nauk. Minsk* [Dissertation for the degree of Doctor of Economic Sciences. Minsk], 2016, 476 p.
9. World energy trilemma index. 2019. World energy council in partnership with Oliver Wyman.
10. Ioseliani A.N., Mikhalevich A.A., Nesterenko V.B., Salukvadze M.E. Metody optimizatsii parametrov teploobmennyykh apparatov AES [Methods for optimizing the parameters of NPP heat exchangers]. *Minsk. Nauka i tekhnika* [Minsk. Science and technology], 1981, 144 p.
11. Carver S.J. Integrating multicriteria evaluation with geographical information systems. *Intern. Journ. of Geographical Information Systems*, 1991, vol. 5 (3), pp. 321-339.

12. Chakhar S., Martel J.-M. Enhancing geographical information systems capabilities with multi-criteria evaluation functions. *Journ. of Geographic Information and Decision Analysis*, 2003, vol. 7 (2), pp. 47-71.
13. Densham P.J., Goodchild M.F. Spatial decision support systems: a research agenda. *Proc. of GIS/LIS'89/ Orlando, FL*, 1989, pp. 706-716.
14. Jankowski P. Integrating geographical information systems and multiple criteria decision making methods. *Intern. Journ. of Geographical Information Systems*, 1995, no. 9, pp. 251-273.
15. Malczewski J. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progress in Planning*, 2004, no. 62, pp. 3-65.
16. Malczewski J. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *Intern. Journ. of Geographical information science*, 2006, vol. 20 (7), pp. 703-726.
17. Malczewski J. GIS and multicriteria decision analysis. NY, Wiley & Sons Publ, 1999, 392 p.
18. Rinner C. Web-based spatial decision support: status and research directions. *Journ. of geographic information and decision analysis*, 2003, vol. 7 (1), pp. 14-31.
19. Yatsalo B., Kiker G., Kim J. [et al.] Application of multi-criteria decision analysis tools for management of contaminated sediments. *Integrated environmental assessment and management*, 2007, vol. 3 (2), pp. 223-233.
20. Zorina T.G., Popov B.I. Indikativnyy podkhod k otsenke energeticheskoy bezopasnosti Respubliki Belarus' [Indicative approach to the assessment of energy security of the Republic of Belarus]. *Informacionnye i matematicheskie tehnologii v nauke i upravlenii* [Information and mathematical technologies in science and management], 2020, no. 2 (18), 2020, pp. 107-123.

Panasyuk Vasily Vasilievich. *Competitor of the Department of "Economic Development and Management" of the Academy of Management under the President of the Republic of Belarus. Deputy, Deputy Chairman of the Permanent Commission of the House of Representatives of the National Assembly of the Republic of Belarus for industry, fuel and energy complex, transport and communications. Direction of research: formation of a regional energy security policy of the Republic of Belarus. ORCID: 0000-0002-7852-4432, panasiukvasili@yandex.ru.*

Статья поступила в редакцию 27.06.2023; одобрена после рецензирования 15.08.2023; принята к публикации 17.08.2023.

The article was submitted 06/27/2023; approved after reviewing 08/15/2023; accepted for publication 08/17/2023.