

3. *Боровиков В.П.* Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов: 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 688 с.
4. *Тьюки Дж.* Анализ результатов наблюдений. Разведывательный анализ. — М.: Мир, 1981. — 693 с.
5. *Дубров А.М., Трошин Л.И.* Многомерные статистические методы: Учебник. — М.: Финансы и статистика, 1998. — 352 с.
6. *Ляпунов А.М.* Общая задача устойчивости движения. — М.: Ростехиздат, 1950. — 472 с.
7. *Валеев К.Г., Кулеско Н.А.* О конечнопараметрическом семействе решений систем дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом // Укр. мат. журн. — Т. 20. — № 6. — 1968. — С. 739—749.
8. *Джалладова І.А.* Оптимізація стохастичних систем. — К.: КНЕУ, 2006. — 283 с.
9. *Валеев К. Г., Джалладова І. А.* Операційне числення та його застосування. — К.: КНЕУ, 2003. — 295 с.
10. *Джалладова І. А.* Багатовимірний аналіз даних // Моделювання та інформаційні системи в економіці: Зб. наук. праць. — Вип. 78. — К.: КНЕУ, 2008. — С. 161—170.

Стаття надійшла до редакції 12.01.09 р.

УДК 330.4: 620.9 (477)

В. Д. Дербенцев, канд. екон. наук, доцент,
докторант кафедри інформатики,
ДВНЗ «КНЕУ ім. Вадима Гетьмана»

Г.В. Бондаренко, ст. викл. кафедри економічної теорії,
Черкаський національний університет
ім. Богдана Хмельницького

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

АНОТАЦІЯ. Робота присвячена питанням аналізу стану забезпеченості енергоносіями та енергоефективності економіки України в порівнянні із Європейськими та пострадянськими країнами, а також світом у цілому. Запропоновано методіку кількісного оцінювання стану енергетичної безпеки.

АННОТАЦИЯ. Работа посвящена вопросам анализа состояния обеспечения энергоснабжения и энергоэффективности экономики Украины в сравнении с Европейскими и постсоветскими странами, а также мира в

целом. Предложена методика количественной оценки состояния энергетической безопасности.

ANNOTATION. This paper is devoted to the analysis of energy supply and energy efficiency Ukrainian economy in comparison with Europe OECD, Former USSR counties and the World. The quantitative estimation technique of energy security has proposed.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. Енергетична безпека, показники енергетичної незалежності, показники енергетичної ефективності, методи кількісної оцінки.

Вступ

Проблема енергетичної безпеки у XXI сторіччі набула особливої актуальності не тільки для національної економіки, яка забезпечує свої потреби за рахунок власного видобутку та виробництва приблизно на 60% [1], а і для світової економіки в цілому. Це обумовлено багатьма причинами геополітичного, економічного, технологічного, демографічного, екологічного характеру тощо, зокрема: зростаючими потребами у енергетичних ресурсах як окремих країн та регіонів, у першу чергу розвинених ринкових країн, країн БРІК (Бразилія, Росія, Індія, Китай), так і світової економіки в цілому; обмеженістю розвіданих світових запасів органічних видів палива (нафти, газу, вугілля тощо); домінуванням у структурі енергетичних балансів практично для усіх країн світу органічних видів палива, видобуток та використання яких справляє суттєвий негативний вплив на довкілля; незначною питомою вагою у споживанні альтернативних та відновлювальних джерел енергії тощо.

Енергетична безпека є невід'ємною складовою економічної і національної безпеки, необхідною умовою існування та розвитку будь-якої держави. Саме забезпеченість енергетичними ресурсами визначає соціально-економічний прогрес більшості держав світу. У сучасному розумінні гарантування енергетичної безпеки — це досягнення стану технічно надійного, стабільного, економічно ефективного та екологічно прийняттого забезпечення енергетичними ресурсами економіки і соціальної сфери країни, а також створення умов для формування та реалізації політики захисту національних інтересів у сфері енергетики.

Тому, останнім часом проблеми енергетичної безпеки, зокрема енергоефективності, надійного забезпечення паливно-енергетичними ресурсами (ПЕР), пошуку альтернативних джерел енергії, впливу паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) на екологічний стан довкілля та соціально-економічний розвиток активно

дискутуються як у політичних колах, так і в працях вітчизняних учених та аналітиків [2—8], є предметом глибокого аналізу міжнародних організацій та крупних корпорацій, зокрема, Міжнародної енергетичної агенції (International Energy Agency, IEA [11]), Організації економічного співробітництва та розвитку (Organization of Economic Cooperation and Development, OECD [12]), Агентства з питань енергетики США (Energy Information Administration, [13]), компанії British Petroleum (BP) [14] тощо.

Важливим елементом методології оцінки рівня енергетичної безпеки є розробка критеріїв та показників з метою одержання кількісної оцінки її стану. Одним із відкритих питань методологічного характеру залишається вибір методів щодо кількісної оцінки стану енергетичної безпеки, що і є предметом дослідження даної публікації.

Основні результати

Фактор енергетичної безпеки повинен враховуватись при підготовці і прийнятті рішень відносно напрямів соціально-економічного розвитку, розвитку енергетичної сфери, охороні довкілля тощо. Особливої актуальності питання енергетичної безпеки набувають при розробці заходів виходу із сучасної економічної кризи, що обумовлює необхідність проведення оцінок стану енергетичної безпеки, як окремо, так і в складі оцінок рівня економічної та національної безпеки. Все це потребує розробки методичних основ оцінки рівня енергетичної безпеки, критеріїв і показників, організації відповідного інформаційного забезпечення таких оцінок.

При кількісній оцінці стану енергетичної безпеки необхідно вирішити низку практичних та методологічних задач. По-перше, для оцінки стану енергетичної безпеки необхідно визначити систему показників, яка повинна формуватися з урахуванням основних стратегічних цілей забезпечення енергетичної безпеки, при цьому склад критеріїв та показників може змінюватись в залежності від умов конкретної задачі.

Розглянемо існуючі підходи до визначення критеріїв та показників енергетичної безпеки [2—8]. Якщо розглядати енергетичну безпеку на національному рівні, об'єктом енергетичної безпеки виступає економіка, суспільство, країна в цілому. В цьому випадку для оцінки стану енергетичної безпеки необхідно враховувати різні аспекти впливу ПЕК на соціально-економічну систему країни (економічну, політичну, соціальну, екологічну тощо) та вико-

ристовувати кілька груп показників, що характеризують: стан забезпеченості країни власними енергоносіями, рівень диверсифікації у постачанні енергоносіїв та ступінь залежності від імпорту (у тому числі від монопольного імпорту), наявність фінансових ресурсів для придбання енергоносіїв за імпортом, ефективність використання енергоносіїв та структуру енергетичного балансу, наявність необхідних потужностей по переробці первинних енергоносіїв, виробництву тепло та електроенергії, техніко-технологічний стан енергетичної інфраструктури тощо.

Цей підхід передбачає врахування всього спектру дестабілізуючих впливів енергетичного характеру на країну, зокрема, втрату доступу до енергоресурсів внаслідок політичних, економічних, технологічних чинників, неефективне енерговикористання, завдання шкоди зовнішньому середовищу внаслідок функціонування ПЕК, соціальних конфліктів тощо.

В рамках другого, більш вузького підходу, в якості об'єкту енергетичної безпеки розглядається система енергозабезпечення — забезпеченість електричною і тепловою енергією, забезпеченість паливом, енергозбереження та енергетична ефективність та інші. При цьому в якості показників використовуються наступні: наявність/відсутність власних джерел видобутку та виробництва палива, власних генеруючих джерел, зношеність енергетичного обладнання, питома використання умовного палива тощо.

По-друге, часткові показники енергетичної безпеки мають різну фізичну природу і відповідно різну розмірність (наприклад, кг у.п./ \$ ВВП, кВт-год/ люд., % зношеності генеруючи потужностей, тонни викидів парникових газів / \$ ВВП тощо). Тому при побудові агрегованого інтегрального показника необхідно оперувати не натуральними показниками, а їх нормованими значеннями з метою приведення показників до єдиного, масштабу (наприклад, у діапазоні від 0 до 1), що забезпечить їх співставність.

Задача нормування вирішується, як правило, введенням відносних безрозмірних показників шляхом відношення натуральних показників E_i до деякої нормуючої величини \hat{E}_i , що має ту ж саму розмірність:

$$E_i^{\text{норм}} = \frac{E_i}{\hat{E}_i},$$

де \hat{E}_i — деяке «ідеальне» значення i -го показника.

Вибір нормуючого показника в значній мірі має суб'єктивний характер та потребує обґрунтування у кожному конкретному випадку. Існують кілька підходів до вибору \hat{E}_i . Так, зокрема, значення \hat{E}_i може задаватись ЛПП і це передбачає, що воно є еталонним, або гранично допустимим. В якості нормуючого множника можна також обрати $E_i^{\text{норм}} = \max E_i - \min E_i$, деяке середнє значення (арифметичне, геометричне, медіану, моду тощо), або $E_i^{\text{норм}} = \max E_i$, що забезпечить відображення показника у діапазон $[0,1]$. Так, у [3] пропонується нормувати показники енергетичної безпеки шляхом їх ділення на відповідні загальносвітові показники. В якості нормуючого показника можна також обрати значення для деякої еталонної країни або регіону, наприклад, США, ЄС, ОЕСР Європа, пострадянських країн тощо.

По-третє, необхідно зауважити, що комплексна оцінка стану енергетичної безпеки є багатокритеріальною, тому що система показників, які використовуються для її характеристики, неоднорідна. Оскільки основні показники енергетичної безпеки, що є чисельним вираженням відповідних критеріїв, у свою чергу залежать від низки факторів нижчого рівня ієрархії, то система показників енергетичної безпеки в загальному випадку повинна мати ієрархічну структуру. На першому рівні знаходиться узагальнений показник енергетичної безпеки, який включає в себе показники другого рівня і т.д.

Вибір показників та критеріїв E_i , кількості рівнів ієрархії k залежить від конкретної мети дослідження. Таким чином, загальний стан енергетичної безпеки в загальному випадку на $(k-1)$ -му рівні може бути охарактеризований багатовимірним вектором показників $E_i^{(k)}$ нижчого k -го рівня:

$$E_i^{(k-1)} = \{E_1^{(k)}, E_2^{(k)}, \dots, E_{n_i}^{(k)}\}.$$

У такому випадку задача оцінки стану енергетичної безпеки полягає в порівнянні векторів стану енергетичної безпеки (векторів поточного, прогнозного, гранично-припустимого стану) [4]. Залежно від задачі, це порівняння можна здійснювати покомпонентно, або порівнювати скалярні значення згорток показників.

При здійсненні згорток виникає проблема як у порівнянні ступеня важливості кожної з узагальнених груп показників між собою (вибір вагових коефіцієнтів), так і в оцінці відносних пріоритетів показників певного рівня ієрархії, що належать до однієї

групи. З огляду на розгалуженість та ієрархічність структури системи показників енергетичної безпеки, важливо визначитися, на якому рівні повинно проводитися порівняння.

З одного боку, на більш низьких рівнях порівняння провести легше, оскільки на них безпосередньо здійснюється чисельне визначення показників, що мають чітку економічну інтерпретацію, але при значній їх кількості (на практиці, більше 7—10) ЛПР важко усвідомити стан проблеми в цілому. З іншого боку, порівняння на більш високих рівнях більш привабливо, оскільки маємо справу з незначною кількістю інтегральних показників, але в цьому випадку виникає проблема одержання узагальненого показника: вибору нормуючих множників, вагових коефіцієнтів та функції згортки.

Визначення вагових коефіцієнтів, як правило, здійснюється експертним шляхом. Зокрема, можна скористатись методом аналізу ієрархій (МАІ) [16] для експертного оцінювання ступеня важливості показників енергетичної безпеки та їх подальшої згортки до узагальненого агрегованого показника. Для з'ясування відносної важливості елементів ієрархії використовується шкала відношень. Ця шкала дозволяє ОНР у відповідності до ступеня переваги (важливості, інтенсивності тощо) одного елемента по відношенню до іншого ставити деякі числові характеристики.

По-четверте, необхідно обрати вигляд функції згортки, який залежить від природи показників та мети оцінки. Найбільш поширеними є адитивна та мультиплікативна згортки компонентів вектору показників. Адитивна згортка являє собою узагальнений скалярний показник (критерій) $(k-1)$ -го рівня ієрархії суми зважених нормованих часткових показників k -го рівня:

$$E_i^{(k)} = \sum_{j=1}^n w_j \frac{E_{ij}^{(k-1)}}{\bigwedge_{j=1}^{(k-1)} E_{ij}}, \quad \sum_{j=1}^n w_j = 1.$$

При застосуванні адитивної згортки малі значення за одним показником можуть компенсуватись великими значеннями за іншими, при цьому зменшення одного показника навіть до 0 може бути компенсовано зростаннями значень інших показників.

При мультиплікативній згортці узагальнений скалярний критерій подається у вигляді:

$$E_i^{(k)} = \prod_{j=1}^n \left(\frac{E_{ij}^{(k-1)}}{\bigwedge_{j=1}^{(k-1)} E_{ij}} \right)^{w_j}.$$

При цьому, якщо деякий з показників близький до 0, то і значення узагальненого показника також прямує до 0.

Більш загальний випадок згортки полягає у застосуванні степеневі функції вигляду:

$$E_i^{(k)} = \left[\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{E_{ij}^{(k-1)}}{\wedge^{(k-1)} E_{ij}} \right)^p \right]^{\frac{1}{p}},$$

де показник ступеня p відображає допустиму ступінь компенсації малих значень одних рівноцінних показників більшими значеннями інших (чим більше значення p , тим більша можливість компенсації). При цьому при використанні останніх двох типів згорток виконання нормування часткових показників є обов'язковим.

Розглянемо стан енергетичної безпеки та методи її кількісної оцінки з точки зору сучасного стану забезпечення та ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) в Україні та у світі в цілому. За оцінками Міжнародної енергетичної агенції при розвитку світової енергетики за базовим сценарієм, тобто за умови, що уряди більшості країн будуть дотримуватись існуючої економічної та енергетичної політики потреба в (ПЕР) зросте у 2030 році на 50 % [15].

При цьому за даним сценарієм на Китай та Індію разом буде припадати близько 45 % від загального попиту на енергетичні ресурси. Але, в цілому в паливно-енергетичному балансі збережеться домінування традиційних органічних видів палива. Такий шлях розвитку призведе до посилення негативних тенденцій, зокрема, з одного боку, до подальшого зростання викидів двоокису вуглецю (CO_2), пов'язаних із енергетикою, а з іншого – до зростання залежності країн імпортерів від надходжень нафти та газу з Росії та країн Близького Сходу, в першу чергу України та більшості країн ЄС.

Тому, для кількісної оцінки стану енергетичної безпеки необхідно, перш за все, проаналізувати наявні (підтверджені) як світові, так і національні обсяги ПЕР з урахуванням рівня їх видобутку, структури та ефективності використання. Незважаючи на іноді досить суттєві розбіжності у прогнозах різних експертних груп щодо наявних запасів енергетичних ресурсів (IEA, OECD, EIA, BP, Oil & Gas Journal та інших), які обумовлені серед інших причин різною методологією оцінювання підтверджених та ймо-

вірних запасів, беззаперечним є той факт, що існуючих запасів нафти та газу (які домінують у структурі споживання первинних енергоносіїв) вистачить на кілька десятиріч, вугілля та ядерного палива на кілька сторіч (табл. 1).

Одним із важливих кількісних індикаторів при оцінці стану енергетичної безпеки є R/P індекс (Reserves/Production), тобто відношення підтверджених запасів енергетичних ресурсів до рівня видобутку та виробництва, що характеризує кількість років, на яку вистачить розвіданих запасів за умови збереження існуючого рівня видобутку:

$$(R/P)_i = \frac{X_i^{res}}{X_i},$$

де X_i^{res} , X_i — підтверджені запаси та рівень видобутку (виробництва) i -го енергоносія.

Так, за оцінками компанії BP [9], загальносвітовий R/P індекс за даними 2007 року складає (табл. 1): для нафти близько 40 років (для України — 26 років), природного газу — 60 років (54 роки), вугілля — близько 130 років (444 роки). Аналогічний показник характеризує обсяг розвіданих енергоносіїв в перерахунку на одну людину (N — кількість населення):

$$(R/N)_i = \frac{X_i^{res}}{N}.$$

Таким чином, як свідчать статистичні дані, Україна в порівнянні з країнами ЄС має кращі показники розвіданих запасів ПЕР, перш за все, достатні власні запаси вугілля, питома вага якого в структурі енергетичного балансу 2006 року складає 29 %. Що стосується запасів вуглеводнів, то розвідані видобувні запаси категорії А + В + С1 (запаси, розвідані і вивчені детально) складають 1030 млрд м³ природного газу (доля в структурі балансу — 42,1 %), 117 млн т нафти та 71 млн т конденсату (доля в структурі балансу — 10,7 %), хоча з урахуванням коефіцієнту вилучення реальні запаси, які можна розглядати в якості ресурсної бази видобутку будуть нижче — близько 600 млрд м³ природного газу та 102 млн т нафти. Нерозвідані запаси вуглеводнів оцінюються на рівні 4978 млн т у.п., у тому числі нафти з конденсатом — 1137 млн т, газу — 3841 млрд м³ [10].

Таблиця 1
РОЗВИДАНІ ЗАПАСИ ОРГАНІЧНИХ ВИДІВ ПАЛИВА ТА R/P ІНДЕКС ДЛЯ РЕГІОНІВ СВІТУ ЗА ДАНИМИ ВР ЗА 2007 [9]

	Нафта			Природний газ			Вугілля		
	Розвідані запаси, млрд т / т / люд.	Доля запасів в загальності, %	R/P індекс	Розвідані запаси, трлн м ³ /люд.	Доля запасів в загальності, %	R/P індекс	Розвідані запаси, млрд т / т / люд.	Доля запасів в загальності, %	R/P індекс
Північна Америка	9,5	5,6	13,9	7,98	4,5	10,3	250,5	29,6	224
Центральна та Південна Америка	15,9	9,0	45,9	7,73	4,4	51,2	16,3	1,9	188
Євразія	19,4	11,6	22,1	59,4	33,5	55,2	272,2	32,1	224
Середній та Близький схід	102,9	61	82,2	73,21	41,3	> 100	60	6	186
Африка	15,6	9,5	31,2	14,58	8,2	76,6			
Країни Азійсько-тихоокеанського регіону	5,4	3,3	14,2	14,46	8,2	36,9	257,5	30,4	70
Світ в цілому:	168,6/25,8	100	41,6	177,36/27,14	100,10	60,3	847,5/129,67	100	133
Довідково:									
Країни ЄС	0,9/1,82	0,5	18	2,84/5,75	1,6	14,8	29,6/59,94	3,5	50
Пострадянські країни	17,4/61,18	10,4	27,4	53,53/188,22	30,2	67,7	226/794,66	26,7	463
Україна	0,12/2,56	0,07	26	1,03/22,01	0,6	54	33,9/724,36	4	444

Важлива характеристика енергетичної безпеки, враховуючи обмежені обсяги органічних палив, — це структура енергетичного балансу, зокрема відношення імпорту до власного видобутку та виробництва, доля електроенергії у структурі балансу, питома вага альтернативних та відновлювальних джерел енергії тощо (рис. 1).

В Україні майже не використовуються нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії (НВДЕ), так їх питома вага в структурі балансу для України складає 0,4 %, у той час як у середньому по країнах ЄС — 6 %, а у світі в цілому — близько 11 % та спостерігається тенденція до зростання їх питомої ваги. При цьому, за оцінками інституту теплофізики щорічний невикористаний потенціал виробництва біопалива складає близько 24 млн т у.п. (вугільного еквіваленту, $1 \text{ т в.е} = 0,7 \text{ т н.е}$), що складає близько 12% від *TPES*.

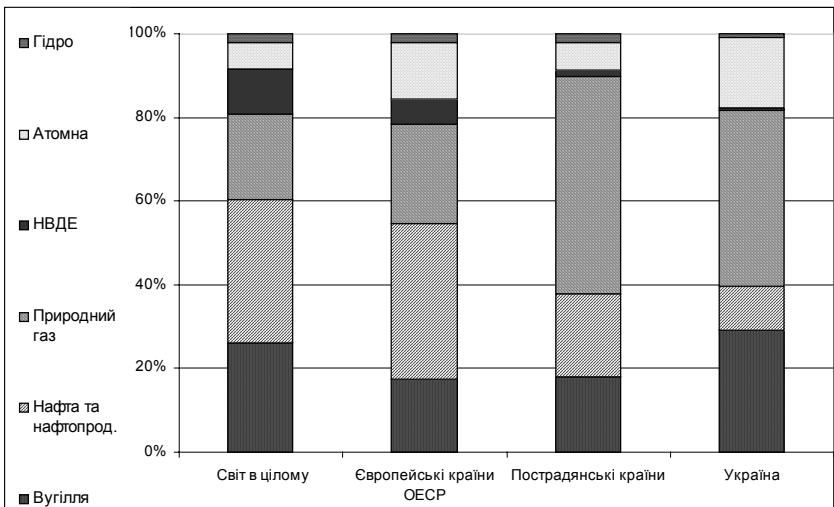


Рис. 1. Споживання первинної енергії (Total Primary Energy Supply, TPES) в Україні, Польщі, європейських та пострадянських країнах і у світі в цілому за даними енергетичних балансів 2006 року [1, 15]. (НВДЕ — нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії)

Більш детальна структура власного виробництва, експорту та імпорту ПЕР України наведена в табл. 2.

Таблиця 2

СТРУКТУРА ВЛАСНОГО ВИРОБНИЦТВА,
ЕКСПОРТУ ТА ІМПОРТУ ПЕР УКРАЇНИ

	Вугілля та торф		Нафта		Природний газ		В цілому (включаючи, виробництво нафтопродуктів, атомної та гідро електроенергії, використання НВДЕ)	
	тис. т.н.е	частка, %	тис. т.н.е	частка, %	тис. т.н.е	частка, %	тис. т.н.е	частка, %
Власне виробництво	35339	88,14	4539	29,31	17685	30,37	82769	60,23
Імпорт	6745	16,82	11165	72,10	42112	72,31	64265	46,76
Експорт	-2082	-5,19	-161	-1,04	-3	-0,01	-8068	-5,87
Зміни залишків	91	-0,23	-58	-0,37	-1559	-2,68	-1539	-1,12
TPES	40093	100	15485	100	58235	100	137427	100

В таблиці через *TPES* позначено загальну первинну поставку палива та енергії, яка дорівнює:

$$TPES = \sum_{i=1}^k (X_i + X_i^{im} - X_i^{ex} + X_i^{зал}),$$

де $X_i, X_i^{im}, X_i^{ex}, X_i^{зал}$ — обсяги власного виробництва (видобутку), імпорту, експорту та залишків i -го виду енергоносія відповідно.

В табл. 3 наведено найбільш важливі індикатори енергоефективності та показник самостійності, який розраховується як відношення обсягу ПЕР власного видобутку (P) та виробництва до обсягу загальної первинної поставки палива та енергії ($TPES$):

$$P/TPES = \sum_{i=1}^k a_i \frac{X_i}{TPES_i},$$

де $TPES_i$ — загальна первинна поставка i -го енергоносія, a_i — доля i -го енергоносія в структурі енергетичного балансу, $\sum_{i=1}^k a_i = 1$.

**ІНДИКАТОРИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
ЗА ДАНИМИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ БАЛАНСІВ ЗА 2006 РІК [1]**

Країни чи регіони	TPES мт.н.с.	TPES/люд., т.н.с. на люд.	Енергоемність ВВП TPES/ВВП т.н.с. на 1000\$ США		Електроємність (споживання електроенергії/ ВВП) квт-год на \$ США	P/TPES (самостійність)
			В цінах 2000 р. по ПКС	По валют. курсу в цінах 2000 р.		
Світ в цілому	11 739,96	1,8	0,2	0,31	0,46	1
EU — 27	1822,49	3,69	0,15	0,19	0,33	0,48
Пострадянські країни	1017,26	3,58	0,45	1,79	2,24	1,58
Україна	137,43	2,94	0,45	2,84	3,28	0,6

Отже, в цілому, рівень енергетичної незалежності за *TPES* для України складає 60 %, що відповідає середньоєвропейському рівню (табл. 2—3), проте цей показник для вуглеводнів (нафти та газу) знаходиться на рівні 30 %, а їх сумарна доля в енергетичному балансі — 53 % (рис. 1).

Одним із показників, що тісно пов'язаний із станом енергетичної безпеки національної економіки та її конкурентоспроможністю, є енергоефективність, зокрема, енергоемність валового внутрішнього продукту (ВВП), яка визначається як відношення обсягу спожитих у країні ПЕР до отриманого при цьому ВВП. Приймаючи за основу прогностичні рівні ВВП та передбачаючи рівень ефективності енерговикористання (величина зворотна енергоемності ВВП) можна розрахувати кількість ПЕР, необхідних для забезпечення економічного розвитку держави.

Таким чином, показник енергоефективності споживання (енергоемність економіки країни) є одним із важливих елементів моніторингу, оскільки енергетична безпека визначається не тільки спроможністю ПЕК постачати необхідну кількість ПЕР, а і спроможністю споживачів та економіки в цілому раціонально витратити ці ПЕР. За цим показником та показником електроємності (3,28 Квт.год./\$1000) Україна займає одне із останніх місць в Європі (табл. 3).

Для подальшого аналізу було обрано 7 часткових показників. Їх перелік, нормовані значення та значення узагальнених показ-

ників енергетичної незалежності та ефективності, які було обрано для побудови інтегрального показника для України, пострадянських країн, Європейських країн ОЕСР та світу в цілому наведено в табл. 4.

Показник забезпеченістю органічним паливом (нафта, газ, вугілля) з урахуванням його розвіданих запасів та долі в енергетичному балансі розраховувався за формулою:

$$E_1^{(2)} = \frac{1}{TPES} \sum_{i=1}^3 \frac{(R/P)_i}{100} X_i,$$

де X_i — обсяг власного виробництва i -го виду палива. Якщо $(R/P)_i$ перевищував 100 років, то в якості його нормованого значення обирались 1. Показники $\hat{E}_1^{(2)}$, $\hat{E}_2^{(2)}$, $\hat{E}_4^{(2)}$, $\hat{E}_7^{(2)}$ нормувались найбільшим значенням відповідного показника, а показник $\hat{E}_5^{(2)}$ наступним чином: $\hat{E}_5^{(2)} = \frac{1}{10 \cdot E_5^{(2)}}$ (аналогічно нормувався показник $\hat{E}_6^{(2)}$), щоб привести їх до інтервалу $[0,1]$. Показники нормувались у такий спосіб, щоб найбільше їх значення (1,00) відображало найкращий стан з точки зору енергетичної незалежності (або ефективності). В якості функцій згортки часткових показників було обрано адитивні згортки.

Таблиця 4

**РОЗРАХУНКОВІ ПОКАЗНИКИ ОЦІНКИ СТАНУ
ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ**

	Показник		Вага	Україна	Пострад. країни	Європ. країни ОЕСР	Світ у цілому
1	Узагальнений показник енергетичної незалежності	$E_1^{(1)}$	0,6	0,32	0,70	0,36	0,4
1.1	Нормований показник забезпеченістю органічним паливом з урахуванням його розвіданих запасів та долі в енергетичному балансі	$\hat{E}_1^{(2)}$	0,25	0,26	1,00	0,07	0,41

	Показник		Вага	Україна	Пострад. країни	Європ. країни ОЕСР	Світ у цілому
1.2	Нормований показник енергетичної незалежності $P/TPES$	$\hat{E}_2^{(2)}$	0,25	0,38	1,00	0,3	0,63
1.3	Показник долі гідро та НВДЕ в енергетичному балансі	$E_3^{(2)}$	0,25	0,01	0,03	0,08	0,13
1.4	Нормований показник виробництва електроенергії на людину	$\hat{E}_4^{(2)}$	0,25	0,63	0,78	1,00	0,43
2	Узагальнений показник енергетичної ефективності	$E_2^{(1)}$	0,4	0,22	0,24	0,67	0,39
2.1	Нормований показник енергоємності по ПКС	$\hat{E}_5^{(2)}$	0,33	0,22	0,22	0,67	0,5
2.2	Нормований показник електроємності по ПКС	$\hat{E}_6^{(2)}$	0,33	0,16	0,16	0,36	0,3
2.3	Нормований показник економічної ефективності (виробництво ВВП по ПКС на людину)	$\hat{E}_7^{(2)}$	0,33	0,28	0,34	1,00	0,38
3	Інтегральний показник енергетичної незалежності та ефективності	$E^{(0)}$		0,32	0,44	0,61	0,41

Необхідно зауважити, що фактор ступеня монопольних поставчань не був урахований за причини відсутності відповідної статистичної інформації щодо Європейських країн. З тієї ж причини не було враховано техніко-технологічні фактори, зокрема ступінь зношеності енергетичної інфраструктури.

Окрім цього при розрахунках показників незалежності не була врахована атомна енергія, доля якої в загальному балансі електроенергії України складає більше 50 % та при цьому Україна має значні поклади уранових руд, хоча і не має замкненого ядерного циклу і все ядерне паливо імпортує з Росії. Це обумовлено тим, що оскільки енергетична безпека є важливою складовою економічної безпеки, то роль атомної енергії в її забезпеченні є неоднозначною, особливо після аварії на ЧАЕС. Так, зокрема, Німеччина збирається зовсім відмовитись від атомної енергетики, проте, Франція навпаки, в енергетичній стратегії передбачає її подальший розвиток.

Отже, проведений аналіз свідчить (табл. 4), що Україна має значний потенціал ПЕР. Але, незважаючи на цілком задовільний за світовим та європейським рівнем стан забезпеченості первинними енергоносіями (значення узагальненого показника 0,32 при загальносвітовому 0,4), енергоємність ВВП також висока в порівнянні з Європейськими країнами та світовою економікою (узагальнений показник для України 0,22, для світу — 0,39). В результаті розрахунків значення інтегрального показника для України склало найменше значення 0,32, у той час як Європейських країн — 0,61.

Це свідчить про те, що Україна має енергоємну економіку, далеку від оптимальної структури енергетичного балансу, хоча частка імпортованих енергоносіїв відповідає середньоєвропейському рівню, не використовуються енергозберігаючі технології, виробничий потенціал галузей ПЕК значно зношений, майже не використовуються НВДЕ тощо.

Висновки

Таким чином, проведений аналіз свідчить, що Україна має значний потенціал ПЕР. Але, незважаючи на цілком задовільний за світовим рівнем стан забезпеченості первинними енергоносіями, Україна має недосконалу структуру енергетичного балансу, енергоспоживання, найгірші показники енергоефективності, окрім цього суттєво залежить від монопольного постачання природного газу (на 70 %) та ядерного палива (на 100 %).

Підсумовуючи зауважимо, що системне, комплексне проведення кількісної оцінки стану енергетичної безпеки передбачає формулювання глобальної цілі дослідження, визначення підпорядкованих стратегічних підцілей, побудову ієрархічної структури критеріїв енергетичної безпеки, що враховують економічні, політичні, соціальні, екологічні, техніко-технологічні фактори тощо, кількісним вираженням є низка показників (поточних, гранично-припустимих, прогнозних) та порівнянні векторів показників енергетичної безпеки з еталонним, гранично-безпечним, середньорегіональним або середньосвітовим рівнем тощо як статично, на певний момент часу, так і в динаміці.

Література

1. Energy Balance of Non-OECD Countries. Paris: IEA/OECD, 2008. — 490 p.
2. Стратегічні виклики XXI століття суспільству та економіці України: В 3 т. / За ред. акад. НАН України В.М.Гейця, акад. НАН

України В.П.Семиноженка, чл.-кор. НАН України Б.Є.Кваснюка. — К.: Фенікс, 2007.

3. *Суходоля О.М.* Енергоефективність економіки у контексті національної безпеки: методологія дослідження та механізми реалізації: Монографія. — К.: НАДУ, 2006. — 400 с.

4. Енергетична безпека України: Стратегія та механізми забезпечення / За ред. А.І.Шевцова. — Дніпропетровськ: Пороги, 2002. — 264 с.

5. Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття / За редакцією А.К. Шидловського, М.П. Ковалка / НАН України; Підприємство «Укренергозбереження». — К.: Укр. енциклопедичні знання, 2001. — 400 с.

6. Енергетична безпека України: чинники впливу, тенденції розвитку / За ред. Ковалка М.П., Шидловського А.К., Кухаря В.П. — К.: НАНУ, АТ «Енергозбереження», 1998. — 160 с.

7. Забезпечення енергетичної безпеки / Рада національної безпеки і оборони України, Національний інститут проблем міжнародної безпеки, — К.: НІПМБ, 2003. — 264 с.

8. *Турченко Д.К.* Формирование энергосырьевой безопасности Украины: Монография / НАН Украины. Ин-т экономики промышленности. — Донецк, 2007. — 348 с.

9. BP Statistical Review of World Energy, June 2008. Available online at <http://www.bp.com/statisticalreview>.

10. *Гожик П.Ф., Крижанівський Є.І.* Резерви видобутку нафти та газу // Вісник НАН України, 2006, №2. — С. 59-63.

11. <http://www.iea.org>

12. <http://www.oecd.org>

13. <http://www.eia.doe.gov>

14. <http://www.bp.com>

15. World Energy Outlook. Paris: OECD/IEA, 2008. — 578 P.

16. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1989. — 316 с.

Стаття надійшла до редакції 30.01.09 р.