

I. O. КЛОПОВ

кандидат економічних наук, доцент,
кафедра інформаційних технологій та економічної безпеки бізнесу,
Запорізька державна інженерна академія
E-mail: uaklopov@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ

Клопов, І. О. Моделювання енергетичної безпеки держави [Текст] / І. О. Клопов // Український журнал прикладної економіки. – 2016. – Том 1. – № 2. – С. 58-66. – ISSN 2415-8453.

Анотація

Основним завданням держави є створення належних умов для формування і реалізації політики захисту національних інтересів у сфері енергетики на всіх рівнях соціально-економічної системи країни. Водночас кожна держава має розробити власну модель і механізм забезпечення енергетичної безпеки, зважаючи на стан і перспективи розвитку національної економіки.

Метою роботи є визначення концептуальних аспектів забезпечення енергетичної безпеки держави.

У статті здійснено теоретичне обґрунтування проблем забезпечення енергетичної безпеки держави. Доведено необхідність наукових та практичних розробок його системи. Проведено порівняльний аналіз сучасних підходів до її оцінювання та моделювання. Запропоновано енергетичну безпеку держави подати як систему з чотирьох функціональних складових: економічної, техніко-технологічної, еколого-соціальної, ресурсної.

Ключові слова: захищеність; економічна безпека; техніко-технологічна безпека; еколого-соціальна безпека; ресурсна безпека; загрози; діагностика.

I. O. KLOPOV

PhD in Economics,
Associate Professor,
Department of Information Technology and Economic Security Business
Zaporizhzhya State Engineering Academy
E-mail: uaklopov@gmail.com

MODELING OF ENERGY SECURITY OF THE STATE

Abstract

Introduction. *The main task of the state is to create appropriate conditions for the formation and implementation of policies to protect national interests in the energy sector at all levels of the social and economic system. However, each state has its own model and develops a mechanism to ensure energy security, taking into consideration state and prospects of the national economy.*

Purpose. *The aim of the article is to determine the conceptual aspects of energy security. In the*

© I. O. Клопов, 2016

article the theoretical substantiation of the problems of energy security has been done.

Results. *The problem of ensuring the energy security of the state is theoretically grounded in the article. It has been proved the necessity of scientific and practical development to ensure energy security. It has been carried out the comparative analysis of the existing approaches to the assessment and modeling of the energy security of the state. It has been proposed the energy security of the state as the present system of four functional components: economic, technical and technological, ecological and social, resource.*

Keywords: *protection; economic security; technical and technological safety; environmental and social security; resource security; threats; diagnosis.*

JEL classification: C10, Q32, Q43

Зростання складності, динаміки та насиченості соціально-економічних процесів вимагають якісно нового підходу до управління. Особливо це стосується енергетичної безпеки держави, системи її управління, оскільки несприятливі впливи потребують високоефективних заходів щодо протистояння загрозам та створення системи заходів для їх попередження. Стабільне функціонування, зростання енергетичного потенціалу будь-якої держави, підприємства в умовах ринкових відносин багато в чому залежить від наявності надійної системи енергетичної безпеки.

Різні аспекти забезпечення енергетичної безпеки держави та удосконалення управління нею досліджено у працях багатьох вітчизняних і зарубіжних учених, зокрема визначення змісту енергетичної безпеки держави (ЕНБ), аналіз загроз та індикаторів енергетичної безпеки висвітлено в працях Боброва Є. А. [1], Бушуєва В. В. [2], Бикової Е. В. [3, 4], Васикова А. Р. [5], Воронова С. Б. [6], Ковалко М. П. [7], Михалевича А. А. [8], Савельєва В. А. [9], Хурса М. Н. [10].

Однак, незважаючи на появу багатьох досліджень, низка аспектів цієї актуальної проблеми залишається недостатньо вивченою:

- практично відсутній єдиний підхід до розуміння самої категорії «енергетична безпека держави»;
- частково сформульовано принципи управління станом енергетичної безпеки держави;
- не визначено завдання як усієї системи управління, так і, зокрема, управлінських функцій з точки зору їх орієнтації на цілі забезпечення стану енергетичної безпеки держави;
- остаточно не відпрацьований механізм управління ним.

Проведений аналіз сучасної фахової літератури з питань вирішення проблем енергетичної безпеки на різних рівнях ієрархії показав неоднозначність у тлумаченні понять, пов'язаних з енергетичною безпекою, наявність різних трактувань залежно від висвітлення поставлених у них питань (табл. 1).

На забезпечення енергетичної безпеки країни спрямовані зусилля урядів Білорусії, Молдови, Узбекистану, Росії, Японії та багатьох інших країн. При цьому кожна країна трактує поняття «енергетична безпека» по-своєму і виробляє національні системи індикаторів (показників), на базі яких проводять кількісну оцінку та аналіз поточного та перспективного рівня енергобезпеки країни.

Попри особливу актуальність енергетичних проблем для України, до останнього часу в державі не прийнято окремих документів, які б чітко регламентували роботу органів виконавчої влади у сфері енергетичної безпеки та моніторингу її показників. Єдиним офіційним документом, у якому наводяться індикатори стану енергетичної

безпеки, на сьогодні є Методика розрахунку рівня економічної безпеки України, затверджена Наказом Мінекономіки від 2 березня 2007 р. № 60 [6].

Нині є нагальна необхідність перегляду та доповнення наявних індикаторів енергетичної безпеки та формування нового їх переліку, який дозволяв би більш повно характеризувати процеси, що відбуваються у вказаній сфері на національному, регіональному та галузевому рівнях.

Таблиця 1. Тлумачення поняття «енергетична безпека»

Джерело	Визначення
Світова енергетична рада	Енергетична безпека або безпека енергопостачання втілюється у впевненості в тому, що енергія буде в наявності в тій кількості і тієї якості, які необхідні при певних економічних умовах.
Енергетична стратегія Росії	ЕнБ – це стан захищеності країни, її громадян, суспільства, держави, яка обслуговує їх економіки, від загроз ненадійного паливо – і енергозабезпечення.
Концепція ЕнБ Республіки Білорусь [10]	ЕнБ – це стан паливно-енергетичного комплексу, що забезпечує достатнє і надійне енергопостачання країни для сталого розвитку економіки в нормальних умовах і мінімізацію збитку в надзвичайних ситуаціях.
Бикова Е. М. [4]	ЕнБ – стан захищеності країни (групи країн, регіону і т. д.), її громадян, суспільства, держави (об'єднання держав, регіону і т. д.) від загрози дефіциту в забезпеченні потреб в енергії економічно доступними паливно-енергетичними ресурсами прийнятної якості в нормальних умовах і при надзвичайних ситуаціях, а також від загрози порушення стабільності енергопостачання.
Ковалко М. П. [7]	ЕнБ – складова економічної безпеки, цілеспрямований вплив суб'єкта управління на загрози і небезпеки, створення державними та недержавними інституціями необхідних та достатніх умов для унеможливлення дефіциту в забезпеченні споживачів економічно доступними паливно-енергетичними ресурсами прийнятної якості в нормальних і надзвичайних умовах, послідовне і активне проведення політики енергозбереження та диверсифікації джерел енергопостачання, забезпечення ефективного функціонування підсистеми енергетичної безпеки.
Літвінов О. С.	ЕнБ – це стан готовності ПЕК до надійного, економічно доступного забезпечення економіки держави і населення кінцевими енергоресурсами.

У більшості економічно розвинених країн зазвичай користуються не більше 5-6 основними макроекономічними показниками та похідними індексами (табл. 2). У Росії для оцінки рівня енергетичної безпеки використовуються від 10 до 122 показників, в Молдові сформована система з 27 основних показників, у Білорусії на державному рівні встановлено 12 індикаторів енергобезпеки. Є навіть пропозиції оцінювати енергетичну безпеку тільки за одним показником – часткою власних енергоресурсів у загальному обсязі споживання.

Таблиця 2. Методологічні підходи до аналізу енергетичної безпеки держави

Країна	Методика оцінки енергетичної безпеки
Світовий банк	Як індикативні значення таких показників, використовуються усереднені параметри, визначені для 5 економічних угруповань на основі фактичних даних країн. Зазначені угруповання сформовані для країн із: високодохідними економіками; перехідними від середньодохідних до високодохідних економік; середньодохідними економіками; перехідними від низькодохідних до середньодохідних економік; низькодохідними економіками.
ООН	ООН розроблено набір із 96 показників сталого розвитку, а також відповідні рекомендації щодо їх розрахунку та доцільності використання у національних програмах моніторингу сталого розвитку.
МАГАТЕ	Аналогічні ООН.
Російська Федерація [2]	В основу досліджень покладений метод індикативного аналізу, який передбачав визначення системи показників, що характеризують стан паливно-енергетичного комплексу та його окремих складників, а також їх гранично-припустимих (з погляду енергетичної безпеки) значень.
Республіка Білорусь [9]	Оцінка рівня енергетичної безпеки у державі має здійснюється за результатами зіставлення поточних і очікуваних значень показників із попередньо визначеними гранично припустимими (пороговими) рівнями, які мають періодично переглядатися, а для визначення якісного стану енергетичної безпеки використовуються такі характеристики, як нормальне, передкризове та критичне.
Республіка Молдова [3]	Сформовано систему із 24 показників, поділених на 7 характерних блоків: блок забезпеченості паливом; блок виробництва електричної та теплової енергії; блок передачі та розподілення енергії; блок імпорту електроенергії; екологічний блок, який складається із показників, що характеризують негативний вплив на довкілля; блок споживачів, який складається із показників, що характеризують споживання електричної і теплової енергій, величину витрат споживачів на придбання енергоресурсів; блок фінансів і управління, який містить показники, що описують фінансові потоки, стан розрахунків, дебіторські та кредиторські заборгованості.
Узбекистан [5]	Як основні чинники, які впливають на рівень енергетичної безпеки країни, обрано 4 показники: забезпеченість власними джерелами первинної енергії (індекс забезпеченості); можливість забезпечити внутрішнє енергоспоживання за рахунок додаткових поставок із інших країн; спроможність національних кадрів ефективно експлуатувати складні системи енергетики (індекс людського розвитку); ефективність функціонування національної системи енергозабезпечення (індекс ефективності).

Перелік індикаторів енергетичної безпеки доцільно було б поділити за функціональними ознаками, а їх аналіз проводити не тільки на рівні країни, а й на рівні регіонів та окремих галузей ПЕК. Зазначене групування може виявитися умовним,

проте воно могло б дозволити конкретизувати і постачальників необхідної інформації, і вузлові проблеми, які виникають на кожному з указаних рівнів.

Процес оцінювання енергетичної безпеки держави проводиться такими етапами.

Етап 1. Формування комплексу моделей визначення енергетичної безпеки держави на основі композиції окремих складових ЕнБ.

Модель оцінювання енергетичної безпеки держави враховує рівні економічної, техніко-технологічної, еколого-соціальної та ресурсної складових:

$$P_F = \sum_{i=1}^{IF} \frac{\alpha_i}{F_*^i} \sum_{k=1}^{N_i} \eta_k^i f_k^i, \quad (1)$$

де IF – кількість складових оцінки енергетичної безпеки держави; α_i – питома вага

значущості i -ї складової ЕнБ; $F_*^i = \max_{t \in \Theta_F} F_t^i$ – максимальне значення оцінки i -ї складової ЕнБ за період дослідження $t \in \Theta_F$; f_k^i, η_k^i – відповідно, значення та ваговий коефіцієнт k -го показника i -ї складової енергетичної безпеки держави; N_i – кількість показників i -ї складової енергетичної безпеки держави.

Для оцінювання енергетичної безпеки держави доцільно використовувати наступний перелік показників:

економічна складова – f_1^1 – енергоємність ВВП; f_2^1 – рівень дебіторської заборгованості споживачів; f_3^1 – відношення інвестицій у підприємства паливно-енергетичного комплексу до ВВП, %;

техніко-технологічна – f_1^2 – рівень зношеності основних виробничих фондів підприємств паливно-енергетичного комплексу, %; f_2^2 – рівень завантаженості транзитних частин нафто- та газотранспортних систем, %; f_3^2 – відношення сумарної встановленої потужності електростанцій до максимального фактичного навантаження в енергосистемі (резервування), %; f_4^2 – коефіцієнт технологічних втрат електроенергії;

еколого-соціальна – f_1^3 – споживання електроенергії на душу населення; f_2^3 – споживання теплоенергії на душу населення; f_3^3 – питомі викиди CO² на душу населення, т на рік; f_4^3 – ступінь виконання зобов'язань країни в межах Кіотського протоколу, %;

ресурсна – f_1^4 – індекс забезпечення внутрішнього споживання основними видами паливно-енергетичних ресурсів власного видобутку (вугілля, природний газ, нафта, нафтопродукти, електроенергія), %; f_2^4 – частка домінуючого паливного ресурсу у загальному постачанні первинної енергії, %; f_3^4 – частка власних паливно-енергетичних ресурсів у загальному постачанні первинної енергії, %; f_4^4 – частка викопних паливно-енергетичних ресурсів у загальному постачанні первинної енергії (за винятком ядерного палива), %; f_5^4 – частка горючих відновлюваних видів палива та горючих відходів у загальному постачанні первинної енергії, %; f_6^4 – частка енергії,

виробленої на атомних електростанціях та з використанням відновлюваних (за виключенням спалювання) джерел енергії (низьковуглецеві технології), у загальному обсязі енергоспоживання, %; f_7^4 – частка домінуючої країни (компанії) у загальному імпорті основних видів паливно-енергетичних ресурсів (природний газ, нафта, нафтопродукти, вугілля), %; f_8^4 – втрати основних видів енергоресурсів (природний газ, нафта, вугілля, тепло- та електроенергія) під час їх транспортування, зберігання та розподілу, у % від загального обсягу їх кінцевого споживання.

Етап 2. Діагностика загроз та моделювання їхнього впливу на енергетичну безпеку держави.

Загрозами енергетичної безпеки є події короткочасного або довготривалого характеру, які можуть дестабілізувати роботу енергокомплексу, обмежити або порушити енергозабезпечення, призвести до аварій та інших негативних наслідків для енергетики, економіки і суспільства.

Умовно загрози енергетичній безпеці поділяються на групи: економічні, соціально-політичні, зовнішньоекономічні, техногенні та природні загрози, а також ті, що пов'язані з недосконалістю управління (рис. 1).

В основу методу діагностики загроз покладено визначення максимальної суми відведеного збитку від настання загроз у розрізі функціональних складових ЕнБ у вигляді розв'язку такої оптимізаційної задачі:

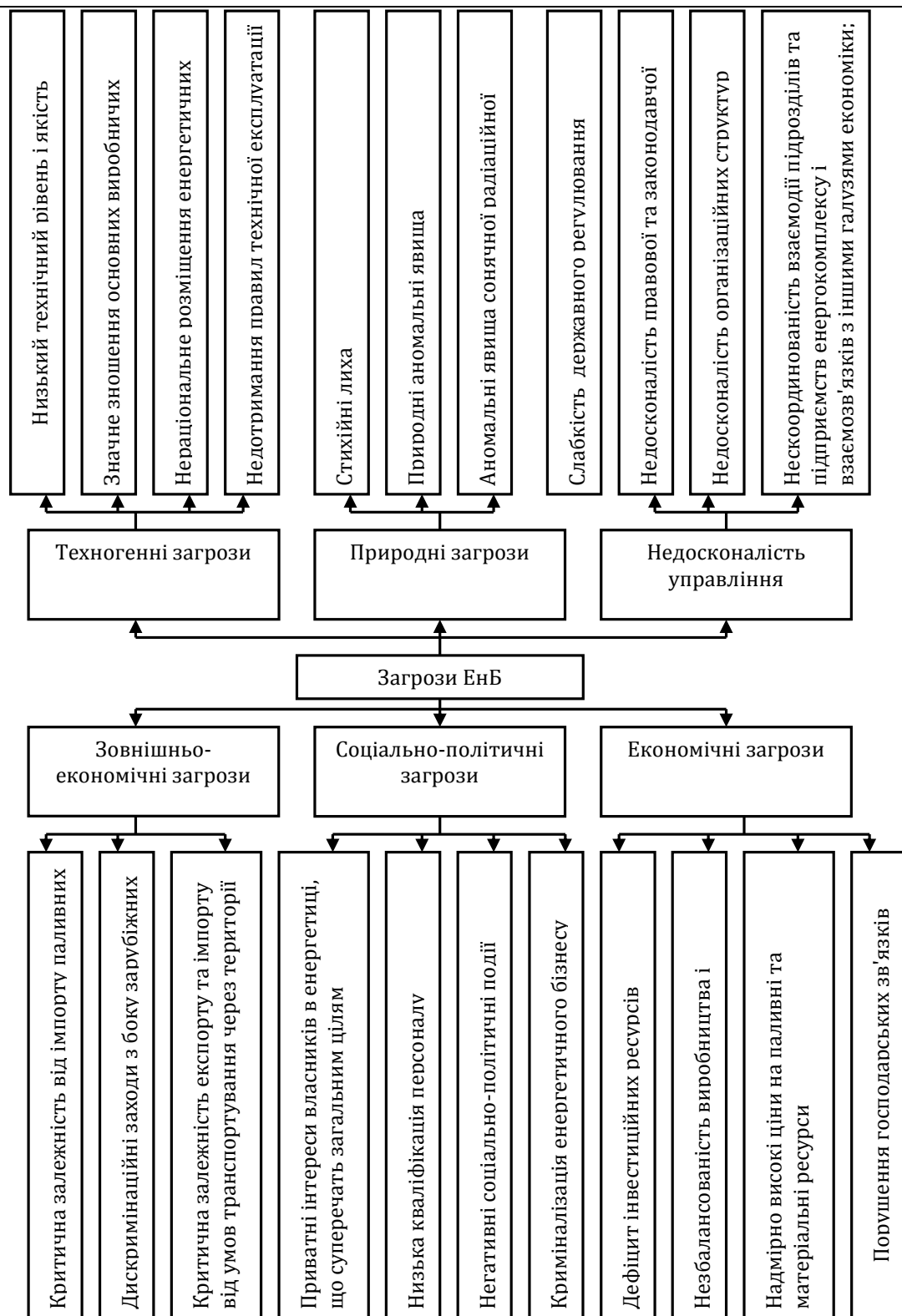
$$Z = \sum_{i=1}^{IS} \varepsilon_i \tau_i \sum_{k=1}^{K_i} \mu_{ik} \theta_{ik} \lambda_{ik} \rightarrow \max; \quad (2)$$

$$V(\lambda_{ik}) \leq V_{dop}, \quad i = \overline{1, IS}; k = \overline{1, K_i}, \quad \tau_i \in [0, 1], \quad \sum_{i=1}^{IS} \varepsilon_i = 1, \quad (3)$$

де ε_i – питома вага впливу загроз за i -ю функціональною складовою на рівень енергетичної безпеки держави; τ_i – коефіцієнт, що враховує схильність ОПР до оцінки значущості загроз i -ї складової ЕнБ; μ_{ik} – частота настання k -ї загрози i -ї складової енергетичної безпеки держави; θ_{ik} – ступінь збитку від настання k -ї загрози i -го рівня енергетичної безпеки держави; λ_{ik} – рівень відведення k -ї загрози i -го рівня енергетичної безпеки держави; $V(\lambda_{ik})$ – витрати на реалізацію відведення k -ї загрози i -го рівня енергетичної безпеки держави; V_{dop} – допустимий обсяг витрат на забезпечення енергетичної безпеки держави.

Реалізація методу діагностики загроз відповідно до вирішення зазначеної оптимізаційної задачі полягає в оптимальному обґрунтуванні кількісних і якісних вимог до організації системи енергетичної безпеки держави та передбачає такі етапи, як:

- збір та обробка експертної інформації про характеристики загроз та їх усунення: частота настання, ступінь збитку, рівень відведення окремо для кожної загрози;
- оцінювання вартості організації системи енергетичної захищеності держави для конкретного варіанта її реалізації з урахування допустимого обсягу витрат;
- розробка алгоритму вибору раціонального варіанта побудови системи енергетичної безпеки держави.



**Рис. 1. Основні загрози енергетичній безпеці держави [4]
Висновки та перспективи подальших розвідок**

Таким чином, енергетичну безпеку репрезентовано як систему з чотирьох функціональних складових: економічної, техніко-технологічної, еколого-соціальної, ресурсної, що дозволяє забезпечити комплексність оцінки і системний підхід в аналізі

динаміки показників, а також проаналізувати вплив кожної зі складових на сукупний рівень ЕнБД.

Для кожної зі складових розроблена система індикаторів, побудована модель оцінки поточного рівня безпеки, а також модель оцінки рівня енергетичної безпеки держави загалом, що дає можливість підвищити ефективність управлінської діяльності щодо забезпечення енергетичної безпеки держави за рахунок організації систем раннього виявлення і попередження загроз. Перспективи подальших досліджень полягають у розробці інформаційно-аналітичної системи раннього діагностування енергетичної безпеки держави.

Список літератури

1. Бобров, Є. А. Підходи до оцінки потенціалу енергетичної безпеки держави / Є. А. Бобров // Збірник наукових праць Національного університету державної податкової служби України. – 2012. – №1. – С. 57-71.
2. Бушуев, В. В. Энергетическая безопасность России / В. В. Бушуев, Н. И. Воропай, А. М. Мастепанов [и др.]. – Новосибирск : Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1998. – 302 с.
3. Быкова, Е. В. Анализ тенденций изменения индикаторов энергетической безопасности Молдовы за 1990–2005 г. / Е. В. Быкова // Проблемы региональной энергетики. – 2006. – № 2. – С. 71-76.
4. Быкова, Е. В. Методы расчета и анализ показателей энергетической безопасности: Монография / Е. В. Быков. – Кишинев: Типография АН РМ, 2005. – 158 с.
5. Васиков, А. Р. Упрощенная оценка уровня энергетической безопасности на базе широкодоступной информации / А. Р. Васиков, Т. П. Салихов, З. Н. Гараев / Сборник статей симпозиума в рамках проекта АТЭС «Энергетические связи между Россией и Восточной Азией: стратегии развития в XXI веке» – Иркутск, 30.08-02.09.2010 // [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: sei.irk.ru/symp2010/papers/RUS/S6-12r.pdf.
6. Загрози енергетичній безпеці України в умовах посилення конкуренції на глобальному та регіональному ринках енергетичних ресурсів: аналіт. доп. / А. Ю. Семеновський, С. Б. Воронцов, С. В. Бегун [та ін.]; упоряди. А. А. Білуха; за заг. ред. А. Ю. Семеновського. – К.: НІСД, 2012. – 136 с.
7. Ковалко, М. П. Розвинута енергетика – основа національної безпеки України. Аналіз тенденцій і можливостей / М. П. Ковалко, О. М. Ковалко. – К. : ТОВ «Друкарня «Бізнесполіграф»», 2009. – 104 с.
8. Михалевич, А. Методика оценки энергетической безопасности Литвы и Беларуси / А. Михалевич, П. Поплавский, Д. Римко // Politikos mokslų almanachas. – 2012. – №12. С. 35-48.
9. Савельев, В. А. Оценка риска снижения энергетической безопасности региона / В. А. Савельев, В. В. Батаева // Вестник ИГЭУ. – 2013. – №5. – 37-41
10. Энергетика Беларуси: Состояние. Проблемы. Перспективы. / Под ред. М. Н. Хурса. – Минск : ФУ Аинформ, 2006. – 344 с.

References

1. Bobrov, Ye. A. (2012). Approaches to assess the potential of energy security. *Zbirnyk naukovykh prats' Natsional'noho universytetu derzhavnoyi podatkovoyi sluzhby Ukrayiny*, 1, 57-71
2. Bushuev, V. V. (1998). *Energy security Russia*. Novosibirsk: Nauka. Sybyrskaya yzdatel'skaya fyрма RAN.

-
3. Bykova, E. V. (2006). An analysis of energy security trends in indicators of Moldova for 1990-2005. *Problemy regionalnoy energetiki*, 2, 71-76.
 4. Bykova, E. V. (2006). *Methods of calculation and analysis of energy security indicators*. Kishinev: Tipografiya AN RM.
 5. Vasikov, A. R. & Salikhov, T. P. & Garayev, Z. N. (2010). *Simplified evaluation of energy security based on widely available information*. Irkutsk.
 6. Semenovs'kyy, A. Yu. & Vorontsov, S. B. & Byehun, S. V. (2012). *Threats to energy security of Ukraine in the increasingly competitive global and regional markets enehetychnyh resources*. Kyiv: NISD.
 7. Kovalko, M. P. & Kovalko, O. M. (2009). *Developed Energy – National Security of Ukraine. Analysis of trends and opportunities*. Kyiv: Biznespolihraf.
 8. Mykhalevych, A. & Poplavskyy, P. & Rymko, D. (2012). Methods of assessing the energy security of Lithuania and Belarus. *Politikos mokslu almanachas*, 12, 35-48.
 9. Savelyev, V. A. & Batayeva, V. V. (2013). Assessment of risk reduction in the region's energy security. *Vestnik IGEU*, 5, 37-41
 10. Khurs, M. N. (2006.) *Belarus Energy: State. Problems. Prospects*. Minsk : FU Ainform.

Стаття надійшла до редакції 30.05.2016 р.