

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ КОРОТКОТЕРМІНОВОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВ – ЧЛЕНІВ ЄС В АСПЕКТІ ПОСТАЧАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

THE METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING THE SHORT-TERM ENERGY SECURITY OF THE EU MEMBER STATES IN TERMS OF NATURAL GAS SUPPLY

Музиченко М.В.

старший викладач кафедри міжнародних економічних відносин,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

У статті представлено методичний підхід до оцінки короткотермінової енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу на основі узагальненого індексу енергетичної безпеки з використанням логістичної функції Ферхюльста як функції бажаності, що може бути застосований для кількісної оцінки короткотермінової енергетичної безпеки держав – членів ЄС в аспекті постачання природного газу внаслідок своєї адаптації до газового ринку ЄС шляхом урахування діючого в ЄС стандарту газової інфраструктури.

Ключові слова: короткотермінова енергетична безпека, функція бажаності, постачання природного газу.

В статье представлен методический подход к оценке краткосрочной энергетической безопасности в аспекте поставок природного газа на основе обобщенного индекса энергетической безопасности с использованием логистической функции Ферхюльста в качестве функции желательности, который может быть использован для количественной оценки краткосрочной энергетической безопасности государств – членов ЕС в аспекте поставок природного газа вследствие своей адаптации к газовому рынку ЕС путем учета действующего в ЕС стандарта газовой инфраструктуры.

Ключевые слова: краткосрочная энергетическая безопасность, функция желательности, поставки природного газа.

The article presents a methodological approach to the evaluation of short-term energy security in the aspect of the natural gas supply on the basis of the generalized energy security index using Verhulst logistic function as a function of desirability, which can be used to quantify the short-term energy security of the EU Member States in the aspect of natural gas supply due to its adaptation to the EU gas market by taking into account the current EU gas infrastructure standard.

Keywords: short-term energy security, function of desirability, natural gas supply.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Сучасний світовий стан енергетичної безпеки зумовлює пошук нових методичних підходів для визначення її змістовного наповнення та прийняття відповідних заходів щодо її забезпечення, при цьому розуміння сутності економічної категорії «енергетична безпека» з погляду багатьох дослідників має істотні відмінності [1].

Одним із ключових напрямів енергетичної політики ЄС є забезпечення безпеки постачання природного газу шляхом створення вільного енергетичного простору та зниження наявного надмірного рівня енергетичної залежності окремих держав – членів ЄС від постачальників природного газу. У зв'язку із цим є актуальною потреба в розробленні сучасних теоре-

тико-методичних підходів до кількісної оцінки рівня енергетичної безпеки держав – членів ЄС в аспекті постачання природного газу з урахуванням сучасних політичних та економічних факторів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор. Існує досить значна кількість наукових праць, в яких досліджуються проблеми забезпечення й оцінки енергетичної безпеки, що є підтвердженням актуальності та складності оцінки змін, які відбуваються у сфері енергетичної безпеки. При цьому відсутність єдиних методичних підходів та численні наукові дискусії доводять, що жоден наявний підхід не може бути прийнятий як остаточний [2, с. 49–50].

Аналіз методичних підходів до кількісної оцінки енергетичної безпеки свідчить про те, що

вони здебільшого базуються на виборі і використанні показників енергетичної безпеки, їх нормуванні, порівнянні поточних (прогнозних) значень із відповідними пороговими (граничними) значеннями та використанні згорнутих узагальнених інтегральних показників енергетичної безпеки [2, с. 49–50; 3–8].

Найбільш близькою за своєю суттю до теми статті є модель короткострокової енергетичної безпеки MOSES, запропонована Міжнародним енергетичним агентством (МЕА), одним з основних напрямів діяльності якого є саме енергетична безпека.

Модель MOSES фокусується на короткостроковій енергетичній безпеці, розглядаючи вразливість енергетичної системи до фізичних порушень (збоїв), які можуть тривати протягом декількох днів або тижнів; ідентифікує набір показників зовнішніх і внутрішніх ризиків, які пов'язані з імпортом і внутрішніми джерелами газу, а також показників стійкості енергетичної системи, тобто її здатності протистояти різного роду фізичним порушенням (збоєм) у постачанні газу.

Позитивним у цій моделі є забезпечення основи для розуміння широкого ландшафту енергетичної безпеки для держав – членів МЕА щодо безпеки постачання окремих енергоносіїв і видів палива. Крім того, це відправна точка для вивчення національної енергетичної безпеки, що надає систематичний характер та загальні рамки оцінювання, які можуть бути адаптовані та доповнені на національному рівні відповідними показниками. Ця модель дає можливість міжнародного порівняння та інтерпретації проблем національної енергетичної безпеки [9].

Разом із тим модель виключає врахування економічних питань, пов'язаних із доступністю і волатильністю цін на енергоносії, а також не передбачає використання єдиного індексу енергетичної безпеки, розглядаючи часткові показники енергетичної безпеки, виходячи з яких держави ранжуються за рівнем енергетичної безпеки щодо постачання окремих видів енергоносіїв.

Формулювання цілей статті (**постановка завдання**). Метою статті є представлення методичного підходу до кількісної оцінки короткотермінової енергетичної безпеки держав – членів ЄС в аспекті постачання природного газу на основі узагальненого індексу енергетичної безпеки з використанням логістичної функції Ферхюльста як функції бажаності.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Енергетична безпека є невід'ємною складовою частиною економічної безпеки, необхідною умовою існування і розвитку будь-якої держави [10]. Європейська Комісія визначає енергетичну безпеку як постійну фізичну доступність енергоресурсів на ринку за економічно доступною для всіх споживачів ціною [11; 12].

Виходячи із цього, у цілях дослідження під енергетичною безпекою в аспекті постачання природного газу матимемо на меті складову частину енергетичної безпеки, яка визначається як постійна фізична доступність природного газу на ринку за економічно доступною для всіх споживачів ціною.

Запропонований методичний підхід до оцінки рівня короткотермінової енергетичної безпеки держав – членів ЄС в аспекті постачання природного газу на основі узагальненого індексу з використанням логістичної функції Ферхюльста як функції бажаності полягає у послідовному виконанні таких етапів:

1. Визначення системи часткових розмірних показників короткотермінової енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу.

2. Вибір функції бажаності для нормування розмірних часткових показників енергетичної безпеки і побудови узагальненого індексу енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу.

3. Вибір числової безрозмірної шкали бажаності, яка призначена для кількісного оцінювання показників енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу.

4. Нормування часткових розмірних показників енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу.

5. Формалізація узагальненого індексу короткотермінової енергетичної безпеки держав – членів ЄС в аспекті постачання природного газу.

6. Аналіз отриманої кількісної оцінки рівня короткотермінової енергетичної безпеки держав – членів ЄС в аспекті постачання природного газу за узагальненим індексом енергетичної безпеки.

7. Вибір стратегії забезпечення короткотермінової енергетичної безпеки держав – членів ЄС в аспекті постачання природного газу.

Розглянемо зміст кожного з вищевказаних етапів більш детально.

На першому етапі здійснюються обґрунтування та визначення системи часткових розмірних показників короткотермінової енергетичної безпеки держав – членів ЄС в аспекті постачання природного газу, які певним чином відображають основні ключові аспекти енергетичної безпеки держав – членів ЄС (як внутрішні, так і зовнішні) в короткотерміновому періоді (з урахуванням можливого коливання цін на природний газ) і як найменше мають бути значною мірою незалежними один від одного.

Суттєвістю кожного часткового розмірного показника щодо забезпечення безпеки постачання природного газу, тобто внесок показника у забезпечення безпеки постачання природного газу, може бути кількісно відображена шляхом визначення вагового коефіцієнту відповідного часткового безрозмірного показника, що має забезпечити можливість агрегації окремих часткових безрозмірних показників (часткових функ-

цій бажаності) в єдиний узагальнений індекс безпеки постачання природного газу (узагальнену функцію бажаності) саме з урахуванням їх значимості. При цьому сума вагових коефіцієнтів усіх показників має дорівнювати одиниці.

Переглянемо основні аспекти короткотермінової безпеки постачання природного газу, які відображають зовнішні фактори, пов'язані з можливими зривами (перебоями) імпорту природного газу, та внутрішні фактори, пов'язані з виробництвом, перетворенням і розподілом енергії в межах держави.

Зовнішні і внутрішні фактори мають відображати як уразливість до відповідних ризиків і стійкість енергетичної системи держави, так і здатність енергетичної системи держави до протистояння можливим зривам (перебоєм) у постачанні природного газу за рахунок внутрішніх запасів природного газу і/або використання інших маршрутів постачання природного газу та його постачальників [9; 13].

Таким чином, до показників, які відображають зовнішні фактори, належать:

- залежність від імпорту природного газу;
- кількість і тип точок входу для імпорту природного газу;
- рівень диверсифікації постачальників природного газу.

Такий суттєвий показник, як політична стабільність держав-постачальників, будемо враховувати як допоміжний показник, що використовується для визначення інших показників, які відображають зовнішні фактори, таких як диверсифікація постачальників природного газу і кількість точок входу для імпорту природного газу.

До показників, які відображають внутрішні фактори, належать такі показники:

- технічна потужність газової інфраструктури щодо відбору газу;
- газоємність валового внутрішнього продукту (ВВП).

У цілях дослідження ці показники були адаптовані до газового ринку ЄС, урахувавши його особливості і використовуючи діючий у ЄС стандарт газової інфраструктури «N - 1» для розрахунку мінімально необхідної кількості зовнішніх джерел постачання природного газу, яка є умовою для забезпечення мінімального рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу [14].

Особливості визначення кожного з вищенаведених показників безпеки постачання природного газу наведені автором у [15], де розглянуті теоретично-методичні аспекти енергетичної безпеки держав – членів ЄС у контексті безпеки постачання природного газу на основі базових підходів до короткострокової енергетичної безпеки, які визначені моделлю MOSES.

Визначимо основні порогові (граничні) значення показників енергетичної безпеки, які в подальшому використаємо для оцінки поточ-

ного стану короткотермінової енергетичної безпеки держав – членів ЄС в аспекті постачання природного газу як за окремими частковими показниками, так і за єдиним узагальненим показником (індексом) безпеки постачання природного газу.

Під мінімально допустимим значенням показника енергетичної безпеки визначимо таке його порогове значення, яке відповідає і забезпечує мінімально допустимий рівень безпеки постачання природного газу за цим показником.

Під прийнятним значенням показника енергетичної безпеки будемо визначати таке його порогове значення, яке відповідає і забезпечує нормальний (прийнятний) рівень безпеки постачання природного газу за цим показником.

Загальний стан короткотермінової енергетичної безпеки держав – членів ЄС в аспекті постачання природного газу охарактеризуємо такими рівнями:

– критичний рівень – рівень, коли значення усіх часткових показників енергетичної безпеки не перевищують своїх мінімально допустимих значень;

– кризовий рівень – рівень, коли значення окремих часткових показників енергетичної безпеки не перевищують своїх мінімально допустимих значень;

– задовільний рівень – рівень, коли значення усіх часткових показників енергетичної безпеки перевищують свої мінімально допустимі значення, але не перевищують своїх прийнятних значень або прийнятні значення мають лише окремі часткові показники;

– нормальний рівень – рівень, коли значення усіх часткових показників енергетичної безпеки перевищують свої прийнятні значення, але не перевищують своїх максимально прийнятних значень або максимально прийнятні значення мають лише окремі часткові показники;

– високий рівень – рівень, коли всі часткові показники енергетичної безпеки перевищують свої максимально прийнятні значення.

На другому етапі здійснюються вибір та обґрунтування виду функції бажаності, яка використовується для нормування часткових розмірних показників енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу і побудови відповідного узагальненого індексу енергетичної безпеки.

Функцією бажаності, яка використовується для нормування часткових розмірних показників енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу і побудови узагальненого індексу енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу, будемо розглядати одиничну логістичну функцію Ферхольста, використання якої у цілях дослідження є більш зручним, аніж використання загальноприйнятої функції бажаності Е. Харрінгтона [16] та якій притаманні необхідні для згортки різномірної інформації властивості, а саме безперервність, монотонність і гладкість.

Одинична функція Ферхюльста має вигляд:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-k(x-x_0)}}, \quad (1)$$

де x_0 – значення аргументу, за якого функція дорівнює половині свого максимального значення (тобто дорівнює 0,5);

k – коефіцієнт крутизни кривої в точці x_0 , $k > 0$.

Чим більше значення коефіцієнту k , тим більш круто зростає логістична функція в точці x_0 .

Для більш зручного використання у цілях дослідження (розглядаючи показники, які не мають від'ємних значень) графік логістичної функції був зсунутий праворуч по осі аргументів на таку величину x_0 , щоб значуща область її визначення (від 0 до 1) перебувала в області додатних значень аргументу.

На третьому етапі здійснюється вибір та обґрунтування числової безрозмірної шкали бажаності, призначеної для кількісного оцінювання показників енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу.

Для безпосереднього оцінювання значень безрозмірних показників енергетичної безпеки як шкалу бажаності замість стандартної безрозмірної шкали бажаності [16] пропонується використовувати безрозмірну одиничну шкалу, яка має градації в пропорціях золотого перетину.

Це зумовлено тим, що, на думку автора, недоліком стандартної безрозмірної шкали бажаності є те, що числові оцінки за цією шкалою не мають певного змістовного навантаження. Наприклад, вибір оцінок за шкалою бажаності 0,37 і 0,63 ґрунтується на простій зручності розрахунків ($0,37=1/e$, $0,63=1-1/e$), а оцінка 0,37 вважається такою, що зазвичай відповідає межі допустимих значень. Решта оцінок за цією шкалою використовується фактично поза вибором.

Запропонована числова шкала бажаності є одиничною шкалою і має п'ять основних градацій рівня показників енергетичної безпеки, граничні діапазони значень яких розраховані в пропорціях золотого перетину (рис. 1):

Дана числова шкала бажаності використовується як для оцінки рівня окремих часткових показників енергетичної безпеки в аспекті

постачання природного газу, так і для оцінки рівня узагальненого індексу енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу, складовими частинами якого є часткові показники безпеки постачання природного газу.

На четвертому етапі здійснюється нормування (калібрування) часткових розмірних показників безпеки постачання природного газу: функціональне перетворення часткових розмірних показників у відповідні безрозмірні часткові показники якості (часткові функції бажаності).

Для показників, що являють собою односторонні зростаючі залежності, якість яких зростає до максимального рівня у разі зростання ознаки до її максимального значення, як односторонню зростаючу функцію бажаності будемо використано одиничну функцію Ферхюльста:

$$Y_i(y_i) = \frac{1}{1 + e^{-k(y_i - y_{i0})}}, \quad (2)$$

де $Y_i(y_i)$ – нормоване безрозмірне значення i -того розмірного показника;

y_i – поточне значення i -того розмірного показника;

y_{i0} – значення i -того розмірного показника, за якого функція бажаності дорівнює половині свого максимального значення;

k – коефіцієнт крутизни кривої логістичної функції в точці y_{i0} ($k > 0$).

Діапазон зміни i -го розмірного показника y_i від свого мінімального значення $y_{i \min}$ до свого максимального значення $y_{i \max}$ визначимо так:

$$\Delta = (y_{i \max} - y_{i \min}) > 0. \quad (3)$$

Виходячи із цього, значення аргументу y_{i0} , за якого функція $Y_i(y_i)$ дорівнює половині свого максимального значення (тобто 0,5), визначимо як:

$$y_{i0} = \frac{\Delta}{2} = \frac{(y_{i \max} - y_{i \min})}{2}. \quad (4)$$

Використовуючи Δ , значення коефіцієнта k можна оцінити з точністю, достатньою для забезпечення цілей дослідження, у такий спосіб:

$$k \approx \frac{10}{\Delta}. \quad (5)$$

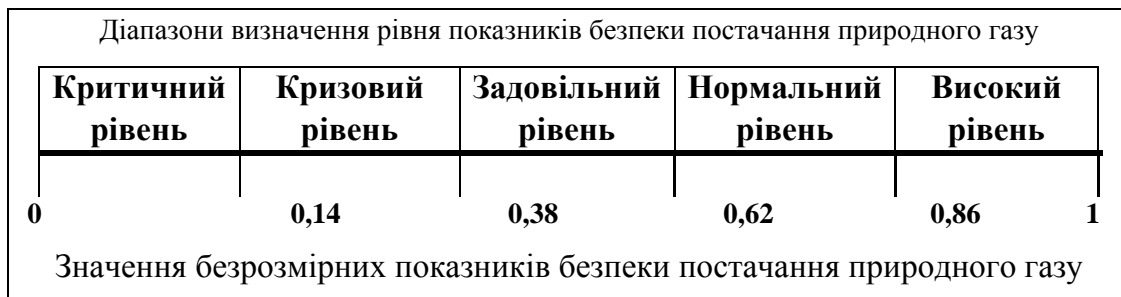


Рис. 1. Числова шкала бажаності для оцінки рівня показників безпеки постачання природного газу

Джерело: розроблена автором

Для показників, що є односторонніми зростаючими залежностями, якість яких зростає до максимального рівня у разі зменшення ознаки до її мінімального значення, як спадаючу функцію бажаності використаємо модифіковану одиничну функцію Ферхюльста:

$$Y_i(y_i) = \frac{1}{1 + e^{k(y_i - y_{i0})}} \quad (6)$$

Для показників, відхилення яких від оптимального значення у будь-який бік призводять до зниження якості, як функцію бажаності будемо використовувати одночасно функції (2) і (6) залежно від того, як співвідносяться між собою поточне і оптимальне значення показника.

Виходячи з того, що функції (2) і (6) є симетричними, а оптимальне значення показника $y_{i\text{opt}}$ відповідає середньому арифметичному значень $y_{i\text{max}}$ і $y_{i\text{min}}$, як функцію бажаності в діапазоні зростання показника від мінімального до оптимального значення використовується функція (2) (випадок нормування показника з лівого боку від оптимального значення), а в діапазоні зростання показника від оптимального до максимального значення використовується функція (6) (випадок нормування показника з правого боку від оптимального значення).

При цьому для нормування показника з лівого боку від оптимального значення діапазон зміни i -го розмірного показника y_i від свого мінімального значення $y_{i\text{min}}$ до свого оптимального значення $y_{i\text{opt}}$ визначається так:

$$\Delta = (y_{i\text{opt}} - y_{i\text{min}}). \quad (7)$$

Для нормування показника з правого боку від оптимального значення діапазон зміни i -го розмірного показника y_i от свого оптимального значення $y_{i\text{opt}}$ до свого максимального значення $y_{i\text{max}}$ визначається інакше:

$$\Delta = y_{i\text{opt}} + (y_{i\text{max}} - y_{i\text{opt}}). \quad (8)$$

Таким чином, використання логістичної функції Ферхюльста як функції бажаності дає можливість нормувати окремі розмірні часткові показники енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу з необхідною в цілях дослідження точністю і на їх основі формалізувати узагальнений індекс енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу.

На п'ятому етапі здійснюються визначення та формалізація узагальненого індексу короткотермінової енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу.

Узагальнена інтегральна оцінка рівня короткотермінової енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу ґрунтується на множині відповідних часткових показників, які відображають основні ключові аспекти енергетичної безпеки держав – членів ЄС (як внутрішні, так і зовнішні) у короткотерміновому періоді.

Узагальнений індекс енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу за своєю суттю розглядається як своєрідний індикатор поточного стану короткотермінової

енергетичної безпеки держав – членів ЄС в аспекті постачання природного газу. Складники узагальненого індексу (часткові безрозмірні показники) за своєю суттю мають давати можливість виявляти певні відхилення від своїх нормальних (прийнятних) значень для прийняття відповідних заходів (стратегій) щодо забезпечення (підвищення) рівня енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу.

Практично узагальнений індекс енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу являє собою узагальнену функцію бажаності Y , яка є результатом згортки часткових функцій бажаності Y_i , які, своєю чергою, є результатом нормування відповідних розмірних показників енергетичної безпеки y_i з використанням одиничної логістичної функції Ферхюльста як функції бажаності.

Згортка здійснюється на основі використання середньої геометричної величини.

Коли окремі часткові функції бажаності вважаються рівнозначними, тобто відповідні вагові коефіцієнти не встановлюються (дорівнюють одиниці), узагальнена функція бажаності визначається так [2, с. 43–44; 3; 17]:

$$Y = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n Y_i}, \quad (9)$$

де n – кількість часткових функцій бажаності.

У разі встановлення вагових коефіцієнтів, які визначають значимість часткових функцій бажаності, узагальнена функція бажаності визначається інакше [2, с. 43–44; 3; 17]:

$$Y = \prod_{i=1}^n Y_i^{w_i}, \quad (10)$$

де w_i – ваговий коефіцієнт, який визначає значимість i -тої часткової функції бажаності.

При цьому має виконуватися така умова:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1. \quad (11)$$

На шостому етапі на основі аналізу отриманої кількісної оцінки рівня короткотермінової енергетичної безпеки за узагальненим індексом визначаються основні напрями та приймаються відповідні заходи щодо підвищення наявного рівня короткотермінової енергетичної безпеки держав – членів ЄС в аспекті постачання природного газу за окремими частковими показниками.

На останньому (сьомому) етапі здійснюється вибір стратегії підвищення рівня (забезпечення належного рівня) короткотермінової енергетичної безпеки держав – членів ЄС в аспекті постачання природного газу.

Висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Запропонований у статті методичний підхід до оцінки короткотермінової енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу на основі узагальненого індексу енергетичної безпеки з

використанням логістичної функції Ферхюльста як функції бажаності може бути застосований для кількісної оцінки короткотермінової енергетичної безпеки держав – членів ЄС в аспекті постачання природного газу внаслідок своєї адаптації до газового ринку ЄС шляхом урахування діючого в ЄС стандарту газової інфраструктури «N - 1».

Запропонована безрозмірна шкала має п'ять основних градацій рівня показників енергетичної безпеки, граничні діапазони значень яких розраховані в пропорціях золотого перетину. Вона може використовуватися як для оцінки окремих часткових показників, так і для оцінки узагальненого індексу енергетичної безпеки в аспекті постачання природного газу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Світлична В.Ю. Енергетична безпека: визначення сутності, пошук шляхів мінімізації ризиків та ефективна реалізація заходів забезпечення / В.Ю. Світлична, В.М. Рубанка // Молодий вчений. – 2016. – № 4. – С. 185–189.
2. Прокіп А.В. Гарантування енергетичної безпеки: минуле, сьогодення, майбутнє : [монографія] / А.В. Прокіп. – Львів : ЗУКЦ, 2011. – 154 с.
3. Миронов Д.В. Удосконалення системи ТО і Р обладнання тягових підстанцій з використанням узагальнених критеріїв / Д.В. Миронов // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2015. – № 3. – С. 107–116.
4. Лубенець І.О. Методичні підходи до оцінки економічної безпеки підприємства / І.О. Лубенець // Вісник ЗНУ. – 2014. – № 2. – С. 244–254.
5. Дзядичевич Ю.В. Шляхи гарантування енергетичної безпеки України / Ю.В. Дзядичевич // Інноваційна економіка. – 2014. – № 3. – С. 25–30.
6. Рябцев Г.Л. Шляхи гарантування енергетичної безпеки України за сучасних умов / Г.Л. Рябцев // Науково-інформаційний вісник Академії національної безпеки. – 2015. – № 1–2. – С. 87–95.
7. Бараннік В.О. Енергетична безпека держави: обґрунтування основних складників, залежностей та взаємозалежностей / В.О. Бараннік // Стратегічні пріоритети. – 2012. – № 2(23). – С. 40–46.
8. Земляний М.Г. До оцінки рівня енергетичної безпеки. Концептуальні підходи / М.Г. Земляний // Стратегічна панорама. – 2009. – № 2. – С. 56–64.
9. Jewell, J. The IEA Model of Short-term Energy Security, (2011), Available at : https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/moses_paper.pdf.
10. Гарантування енергетичної безпеки: аналітичний матеріал ДП «НАЕК «Енергоатом» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.energoatom.kiev.ua/ru/about/strategy/guaranteeing_energy_security.
11. Green Paper – Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply - European Green Paper / European Commission. – 2000. – P. 4 [Electronic resource]. – Mode of access : http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy-supply/doc/green_paper_energy_supply_en.pdf.
12. Головина М.С. Экономические аспекты региональной энергетической безопасности и экспортная стратегия России на рынке газа стран ЕС : автореф. дис. ... канд. экон. наук : спец. 08.00.14 «Мировая экономика» / М.С. Головина ; МГИМО. – М., 2015. – 27 с.
13. Bolado-Lavin R. et al. Best practices and methodological guidelines for conducting gas risk assessments // Publications Office of the EU, 2012. Available at : http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC68735/Idna25227_en.pdf.
14. Regulation (EU) No 994/2010 of the European Parliament and of the Council of 20 October 2010 concerning measures to safeguard security of gas supply and repealing Council Directive 2004/67/EC [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010R0994&from=EN>.
15. Muzychenko M. Security model of natural gas supply to eu member states / M. Muzychenko // L'Association 1901 "SEPIKE" (Index Copernicus). – Poitiers, Osthofen, Los Angeles, 2016. – Edition № 15. – P. 107–117.
16. Harrington E. The desirability function / Industrial Quality Control, 1965. – № 21(10). – P. 124.
17. Опекунов А.Ю. Интегральная оценка загрязнения ландшафта с использованием функции желательности Харрингтона / А.Ю. Опекунов, М.Г. Опекунова // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2014. – Вып. 4. – С. 101–113.