

**Ірина Михайлівна МАЗУР**

кандидат економічних наук, доцент,  
 професор кафедри фінансів і кредиту,  
 Івано-Франківський університет права імені Короля Данила Галицького,  
 вул. Євгена Коновальця, 35, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна  
 E-mail: masur@tvnet.if.ua; mazuriryna@yandex.ru  
 Телефон: +380634150200

**АНАЛІЗ ГЛОБАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ: ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ ЗАСАДИ**

Мазур, І. М. Аналіз глобальної енергетичної безпеки: теоретичні та прикладні засади [Текст] / Ірина Михайлівна Мазур // Економічний аналіз : зб. наук. праць / Тернопільський національний економічний університет; редкол.: С. І. Шкарабан (голов. ред.) та ін. – Тернопіль : Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету “Економічна думка”, 2013. – Том 14. – № 1. – С. 94-105. – ISSN 1993-0259.

**Анотація**

Комплексне дослідження ресурсного аспекту глобальної енергетичної безпеки дозволило виявити основні загрози та фактори, які обумовлюють основні тенденції зміни її стану. Завдяки критичному аналізу теоретичних та практичних засад оцінювання глобальної енергетичної безпеки обґрунтовано основні критерії: забезпеченість паливно-енергетичними ресурсами; ефективність виробництва і транспортування; можливість диверсифікації джерел постачання; використання потенціалу відновлюваних джерел енергії; ефективність споживання паливно-енергетичних ресурсів. За визначеними критеріями побудовано систему показників та запропоновано використання загальних інтегральних показників, побудованих на основі співвідношення приросту підтверджених запасів паливно-

енергетичного ресурсу до річного обсягу його видобування чи виробництва  $\left(\frac{\Delta R_{i+1}^j}{P_{i+1}^j}\right)$  та співвідношення приросту запасів до річного обсягу споживання паливно-енергетичних ресурсів  $\left(\frac{\Delta R_{i+1}^j}{C_{i+1}^j}\right)$ :

$$SK_{\Delta R/C} = \sum_{j=1}^n \frac{\Delta R_{i+1}^j \cdot k_{p,i+1}^j \cdot q_{p,i+1}^j}{C_{i+1}^j},$$

$$SK_{\Delta R/P} = \sum_{j=1}^n \frac{\Delta R_{i+1}^j \cdot k_{p,i+1}^j \cdot q_{p,i+1}^j}{P_{i+1}^j},$$

де  $q_{p,i+1}^j$  – частка в структурі первинного споживання паливно-енергетичних ресурсів або частка паливно-енергетичного ресурсу в структурі кінцевого споживання.

При дослідженні показників енергетичної безпеки слід урахувати коефіцієнти вилучення вуглеводнів або корисного використання чи перетворення енергетичного ресурсу. Для врахування використання вторинних, відновлюваних та інших енергетичних джерел у якості  $k_{p,i+1}^j$  слід використовувати коефіцієнт корисного використання енергії, коефіцієнт корисного використання палива, коефіцієнт перетворення енергетичного ресурсу, коефіцієнт утилізації вторинних енергетичних ресурсів.

**Ключові слова:** глобальна енергетична безпека; підтвержені запаси паливно-енергетичних ресурсів; загрози, основні критерії та показники оцінювання енергетичної безпеки.

## АНАЛИЗ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

### Аннотация

Комплексное исследование ресурсного аспекта глобальной энергетической безопасности позволило обнаружить основные угрозы и факторы, которые провоцируют основные тенденции изменения ее состояния. Посредством критического анализа теоретических и практических основ оценивания глобальной энергетической безопасности обоснованы основные критерии: обеспеченность топливно-энергетическими ресурсами; эффективность их производства и транспортировки; возможность диверсификации источников снабжения; использование потенциала восстанавливаемых источников энергии; эффективность потребления топливно-энергетических ресурсов. За определенными критериями построена система показателей и предложено использование общих интегральных показателей, разработанных на основе соотношения прироста подтвержденных запасов топливно-энергетического ресурса к годовому объему его добычи или производства  $\left(\frac{\Delta R_{i+1}^j}{P_{i+1}^j}\right)$  и соотношения прироста запасов к годовому объему потребления топливно-энергетического ресурса  $\left(\frac{\Delta R_{i+1}^j}{C_{i+1}^j}\right)$ :

$$SK_{\Delta R/C} = \sum_{j=1}^n \frac{\Delta R_{i+1}^j \cdot k_{p,i+1}^j \cdot q_{p,i+1}^j}{C_{i+1}^j},$$

$$SK_{\Delta R/P} = \sum_{j=1}^n \frac{\Delta R_{i+1}^j \cdot k_{p,i+1}^j \cdot q_{p,i+1}^j}{P_{i+1}^j},$$

где  $q_{p,i+1}^j$  – частица в структуре первичного потребления топливно-энергетических ресурсов или частица топливно-энергетического ресурса в структуре конечного потребления.

При исследовании показателей энергетической безопасности следует учесть коэффициенты извлечения углеводородов, полезного использования или превращения энергетического ресурса. Для учета использования вторичных, восстанавливаемых и других энергетических источников в качестве  $k_{p,i+1}^j$  следует использовать коэффициент полезного использования энергии, коэффициент полезного использования топлива, коэффициент превращения энергетического ресурса, коэффициент утилизации вторичных энергетических ресурсов.

**Ключевые слова:** глобальная энергетическая безопасность; подтвержденные запасы топливно-энергетических ресурсов; угрозы, основные критерии и показатели оценивания энергетической безопасности.

**Iryna Mykhailivna MAZUR**

PhD in Economics, Associate Professor, Professor,  
Department of Finance and Credit,

Ivano-Frankivsk University of Law named after King Danylo Halytskyi,

Yevgen Konovalts str., 35, Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine,

E-mail: masur@tvnet.if.ua, mazuriryna@yandex.ru

Phone: +380342771845; +380634150200

### ANALYSIS OF GLOBAL ENERGY SECURITY: THEORETICAL AND PRACTICAL CONSIDERATIONS

#### Abstract

The complex research of the resources aspect of global energy safety has allowed to find out basic threats and factors which stipulate the basic tendencies of its change. Due to the critical analysis of the theoretical and practical principles of the global power safety evaluation as the basic criteria are grounded: material well-being of fuel and energy resources; efficiency of production and transporting; possibility of diversification of sources of supply; use of potential of renewable energy sources; efficiency of fuel and energy resources consumption. There has been constructed the system of indexes, based on certain criteria, and the general integral indexes, built on the ratio of

proved reserves growth of a fuel and energy resource to annual extraction or production output reflects sufficiency of raw-material base for uninterrupted supply  $\left( \frac{\Delta R_{i+1}^j}{P_{i+1}^j} \right)$  and on the ratio of reserves growth to annual fuel and energy consumption  $\left( \frac{\Delta R_{i+1}^j}{C_{i+1}^j} \right)$ :

$$SK_{\Delta R/C} = \sum_{j=1}^n \frac{\Delta R_{i+1}^j \cdot k_{p,i+1}^j \cdot q_{p,i+1}^j}{C_{i+1}^j},$$

$$SK_{\Delta R/P} = \sum_{j=1}^n \frac{\Delta R_{i+1}^j \cdot k_{p,i+1}^j \cdot q_{p,i+1}^j}{P_{i+1}^j},$$

In which  $q_{p,i+1}^j$  – a share in the structure of primary fuel and energy resources consumption or a share of a fuel and energy resource in the structure of final consumption.

In the course of the research of energy security indicators it is essential to take into account the factors of hydrocarbons removal or energy utilization or conversion.

To account the usage of utilization of secondary, renewable and other sources of energy as  $k_{p,i+1}^j$  it is necessary to use the energy utilization factor, fuel utilization factor, energy conversion factor, utilization factor of secondary energy resources.

**Keywords:** global energy security, proven reserves of energy resources, threats, key criteria and performance assessment of energy security.

#### JEL classification: Q43, Q38, P48, O50, O13

Упродовж останнього десятиліття енергетична безпека стала основним чинником соціально-економічного розвитку як для країн-експортерів паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), так і для їх імпортерів. Посилення геополітичного впливу за рахунок перерозподілу ПЕР зумовило появу додаткових економічних стимулів розвитку для країн-експортерів вуглеводневої сировини та загроз економічній й соціальній стабільності енергодефіцитних країн. Бажаючи нейтралізувати зазначені загрози, окремі країни та їх блоки почали розробляти правила функціонування енергетичних ринків, проте ігнорування їх окремими експортерами (зокрема компаніями Російської Федерації) нівелювало будь-які суттєві позитивні результати такої співпраці.

Вказані процеси, які відбуваються в глобальному середовищі на наднаціональному рівні політично-економічних об'єднань країн, є досить швидкоплинними і динамічними. Їх розвиток зумовлює мультиплікативний ефект, що несе загрозу дезорганізації та деструкції світового господарства.

Проблеми забезпечення та оцінювання енергетичної безпеки досліджували В. Бараннік [1], М. Земляний [2], В. Микитенко [3], Д. Прейгер [5], А. Сминковський, Є. Сухін, О. Суходоля, А. Шевцов [4,6], А. Шидловський та ін.

Здебільшого численні дослідження зарубіжних і вітчизняних науковців обмежуються вивченням споживання ПЕР або енергетичної безпеки окремих держав чи економічних суб'єктів. Сьогодні енергетична безпека країни залежить від

забезпечення формування запасів, перерозподілу і використання вуглеводнів у світі. Отже, особливої уваги заслуговує дослідження глобальної енергетичної безпеки.

Метою статті виступає обґрунтування теоретично-прикладних засад аналізу глобальної енергетичної безпеки шляхом визначення загроз, визначення основних критеріїв та системи показників їх оцінювання.

Вітчизняні науковці [4] сьогодні розглядають низку загроз глобальної енергетичної безпеки: 1) високе господарство, яке ґрунтується на використанні паливно-мастильних матеріалів (нафти); 2) урбанізовані міста-мегаполіси з високою густиною населення; 3) транспортна інфраструктура, що залежить від рідкого палива; 4) енергетичні мережі, які постачають світло, тепло, електроенергію; 5) телекомунікаційна мережа – забезпечує синхронізовану роботу всіх підсистем енергетичної системи. Усі вони визначають соціально-економічний розвиток та залежать від забезпечення паливо-енергетичними ресурсами.

Для оцінювання енергетичної безпеки країни чи регіону використовується система показників, що відображає її стан та вплив на нього існуючих загроз чи факторів. Кількісна оцінка енергетичної безпеки полягає у дослідженні підтверджених запасів обсягів ПЕР з урахуванням обсягів їх поточного видобування, структури споживання та ефективності використання. В аналітичних експертних оцінках та оглядах, окрім вказаних аспектів, також досліджуються динаміка

чисельності населення, втрати ПЕР у процесі транспортування, обсяг перерозподілу ресурсів у результаті експорту-імпорту та участь країн або регіонів у перерозподілі ресурсів через відповідні транспортні маршрути. Усі вказані фактори

впливають на енергетичну безпеку не тільки глобального, але і національного рівня окремих країн. Основні показники глобальної енергетичної безпеки наведено у таблиці 1.

**Таблиця 1. Аналіз динаміки основних показників глобальної енергетичної безпеки (складено за [5; 6])**

| Показники   | 2008 р. | 2009 р. | 2010 р. | 2011 р. | 2012 р. |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| Підтверджені запаси сирової нафти                                   | 101,75  | 102,94  | 111,9   | 123,09  | 131,26  |
| Підтверджені запаси природного газу                                 | 103,45  | 100,05  | 106,06  | 107,18  | 106,89  |
| Підтверджені видобувні запаси вугілля                               | 104,71  | 109,43  | 114,14  | 110,9   | 95,097  |
| Обсяг виробництва нафти   | 101,05  | 98,486  | 100,69  | 101,73  | 104,27  |
| Обсяг споживання нафти  | 99,628  | 97,803  | 100,71  | 101,79  | 103,01  |
| Обсяг експорту-імпорту нафти  | 98,33   | 94,202  | 96,321  | 98,301  | 99,568  |
| Обсяг переробки нафти   | 99,501  | 97,224  | 99,958  | 100,57  | 101,21  |
| Величина потужностей з переробки нафти                              | 100,91  | 102,67  | 103,77  | 104,21  | 104,61  |
| Видобуток природного газу   | 103,76  | 100,89  | 108,46  | 112,39  | 114,29  |
| Обсяг споживання природного газу                                    | 102,71  | 100,4   | 108,33  | 110,24  | 113,04  |
| Обсяг експорту-імпорту природного газу                              | x       | x       | x       | x       | 100,35  |
| Обсяг видобутку вугілля   | 103,52  | 104,46  | 110,33  | 117,07  | 119,75  |
| Обсяг споживання вугілля  | 101,77  | 101,22  | 108,26  | 113,41  | 116,57  |
| Обсяг споживання ядерної енергії                                    | 99,55   | 98,81   | 100,74  | 96,558  | 90,125  |
| Обсяг споживання електроенергії, виробленої гідроелектростанціями   | 103,84  | 105,28  | 111,62  | 113,42  | 118,61  |
| Обсяг споживання енергії з інших відновлюваних джерел               | 113,97  | 131,36  | 155,97  | 190,19  | 219,61  |
| Обсяг виробництва біопалива   | 133,83  | 149,44  | 170,94  | 173,3   | 173,11  |
| Обсяг споживання первинних енергетичних ресурсів                    | 101,34  | 100,2   | 105,81  | 108,31  | 110,53  |
| Загальний обсяг виробництва первинних паливно-енергетичних ресурсів | 103,48  | 105,49  | 111,66  | 113,34  | 115,27  |
| Населення   | 101,16  | 102,34  | 103,5   | 104,66  | 106,19  |
| Загальний обсяг виробництва біопалива                               | 133,83  | 149,44  | 170,94  | 173,3   | 173,11  |
| Енергоємність ВВП   | 100,22  | 101,82  | 102,65  | 102,99  | 101,39  |
| Обсяг викидів CO <sub>2</sub>                                       | 100,86  | 101,82  | 102,65  | 102,02  | 101,39  |

Занепокоєння викликає зниження ефективності використання енергії на 1,6% у 2012 році відносно попереднього року, що на 1,39% вище рівня 2007 і негативно впливає на стан глобальної енергетичної безпеки.

Упродовж 2007-2012 років світові запаси нафти зросли на 15 млрд барелів за рахунок приросту офіційно підтверджених запасів на території Іраку, що склало 6,9 млрд барелів. На кінець 2012 року 72,6% усіх запасів нафти контролювали країни ОПЕК, маючи вагомий геоекономічний вплив на розвиток світової економіки.

У 2012 році вдруге за аналізований період відбулося зниження підтверджених запасів природного газу на - 0,3% за рахунок уточнення раніше опублікованих запасів країн пострадянського простору, що послабило енергетичну незалежність не тільки окремих країн, але і глобальну.

За різними оцінками міжнародних компаній та експертних організацій світовий обсяг підтверджених запасів вугілля усіх видів сягає з

861 – 1004 млрд тонн (за даними WEC). Згідно з [6] світові підтверджені запаси вугілля на кінець 2012 року спроможні забезпечити його споживання при досягнутих темпах освоєння протягом 109 років, що є найвищим показником забезпеченості резервами споживання серед усіх видів палива (R/P або запаси/виробництва).

За прогнозами МАР до 2030 року обсяг споживання вугілля повинен знизитися до 15,5% (табл. 2) у структурі споживання ПЕР, але впродовж аналізованого періоду він зріс на 16,5%, а обсяг видобування – на 19,8%.

У межах вказаного прогнозу відбулося планове зниження споживання ядерної енергії на 9,1% за рахунок країн ЄС. Японії та Євразії, що компенсувалося зростанням обсягів споживання гідроелектроенергії на 18,6% та енергії інших відновних джерел +119,6% за рахунок країн ЄС і США.

Протягом 2007 – 2012 років зросло виробництво біопалива на 73,11% через

нарощування обсягів виробництва і споживання в США, ЄС і Південній Америці.

Упродовж досліджуваного періоду за рахунок зростання обсягу виробництва первинних ПЕР на +15,27% забезпечено збільшення їх світового споживання на +10,53% під впливом зростання чисельності населення на 6,2% та обсягу світового ВВП. Вказані фактори зумовили підвищення

енергомісткості світового ВВП впродовж досліджуваного періоду на 1,4% за рахунок зростання питомого споживання в Китаї і США через зростання обсягів використання вугілля для потреб економіки, що вплинуло і на динаміку викидів двоокису вуглецю.

**Таблиця 2. Частка джерел енергії у загальному споживанні енергії у світі, у % [7]**

| Види ресурсів             | 1990 р. | 2000 р. | 2010 р. | 2020 р. | 2030 р. | 2030 р. до 1990 р., % |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------|
| Тверде паливо             | 27,8    | 18,5    | 15,8    | 13,8    | 15,5    | - 44,24               |
| Нафта                     | 38,3    | 38,4    | 36,9    | 35,5    | 33,8    | - 11,74               |
| Газ                       | 16,7    | 22,8    | 25,5    | 28,1    | 27,3    | 63,47                 |
| Ядерна енергія            | 12,7    | 14,4    | 13,7    | 12,1    | 11,1    | - 12,60               |
| Відновлювані види енергії | 4,4     | 5,8     | 7,9     | 10,4    | 12,2    | 177,27                |

У 2012 році світовий видобуток нафти зріс на 2,54% (+1,9 млн барелів на добу) відносно 2011 року та на 4,27% за весь період дослідження. У 2012 році приріст виробництва нафти і газового конденсату в США склав 1 млн барелів на добу, що дозволило компенсувати зниження попередніх періодів за рахунок скорочення обсягів видобування Лівією, яке не було компенсовано країнами ОПЕК за рахунок перерозподілу додаткових квот [8].

Світове споживання нафти, починаючи з 2007 року, зросло тільки на 3% або 890 тис. барелів на добу за рахунок збільшення споживання у Китаї (+5% або +470 тис. барелів на добу) та в Японії (+6,3% або 250 тис. барелів на добу), яке перевищило зниження обсягу споживання нафти в Європі і Північній Америці.

Зниження експорту нафти відбулося за рахунок зменшення обсягів постачання з Російської Федерації та обмеження Туреччиною обсягів LNG-торгівлі вуглеводневою сировиною. Окрім зменшення обсягів експорту на зниженні обсягів переробки нафти позначилося впровадження нових стандартів рідкого палива протягом 2012 – 2012 років, яке компенсувалося введенням нових потужностей з переробки нафти. Приріст потужностей склав +4,6%, що дозволило збільшити обсяг переробки на 4% відносно рівня 2009 року.

За рахунок зниження ефективності та обсягу геологорозвідувальних робіт через складніші природні й гірничо-технологічні умови залягання продуктивних горизонтів підтверджені запаси паливно-енергетичних ресурсів знижуватимуться з плином часу.

Протягом 2007 – 2012 років світовий видобуток газу зріс на 14,29%, з них зростання в +1,9% у 2012 році досягнуто за рахунок нарощування видобутку

в США та інших регіонах, крім Європейського Союзу, де рівень знизився до показника 2000 року.

Окрім показників, наведених у табл. 1, згідно з альтернативними методичними підходами [6-7], визначають низку показників, що характеризують потужності з виробництва і транспортування електроенергії, її втрати, обсяг виробництва та експорту. Звертається також увага на обсяг експорту-імпорту та виробництво нафтопродуктів, обсяг викидів CO<sub>2</sub> від використання різних видів палива, добові обсяги виробництва, транспортування, експорту і споживання ПЕР, встановлені потужності з переробки нафти, теплотворна здатність різних видів вуглеводнів тощо.

В умовах глобалізації диверсифікація джерел постачання нафти, газу та вугілля або зміна структури їх споживання не вирішують проблеми виснаження запасів, що підтверджують і практичні спостереження К. Хабберта, за якими після досягнення обсягом видобутку нафти з родовища піку в 50%, він скорочується через складність умов. К. Хабберт та Д. Кемпбелл, досліджуючи обсяги видобування нафти, виявили, що найбільшого приросту нафтових ресурсів було досягнуто у 30-х роках ХХ століття, а піку їх видобування – у 70-х, що свідчить про часовий інтервал між відкриттям родовищ і їх максимальною віддачею. Д. Кемпбелл визначив, що максимального приросту світові запаси нафти досягнули у 60-ті роки ХХ століття, а максимальний видобуток припадатиме на 2000 – 2010 роки [9].

Вагомим фактором скорочення сировинної бази вуглеводневої сировини є технологічний прогрес у способах розробки родовищ, що прискорює досягнення піку у видобуванні вуглеводневої сировини, а з іншого боку дозволяє

розробляти родовища з меншими запасами та складнішими умовами розробки.

Проте подальші дослідження відобразили скорочення обсягів споживання під впливом

упровадження ембарго на постачання нафти, які впроваджувалися країнами ОПЕК у 1973 і 1979 роках, які перенесли досягнення піку видобування на 2005 – 2015 роки (рис.1).

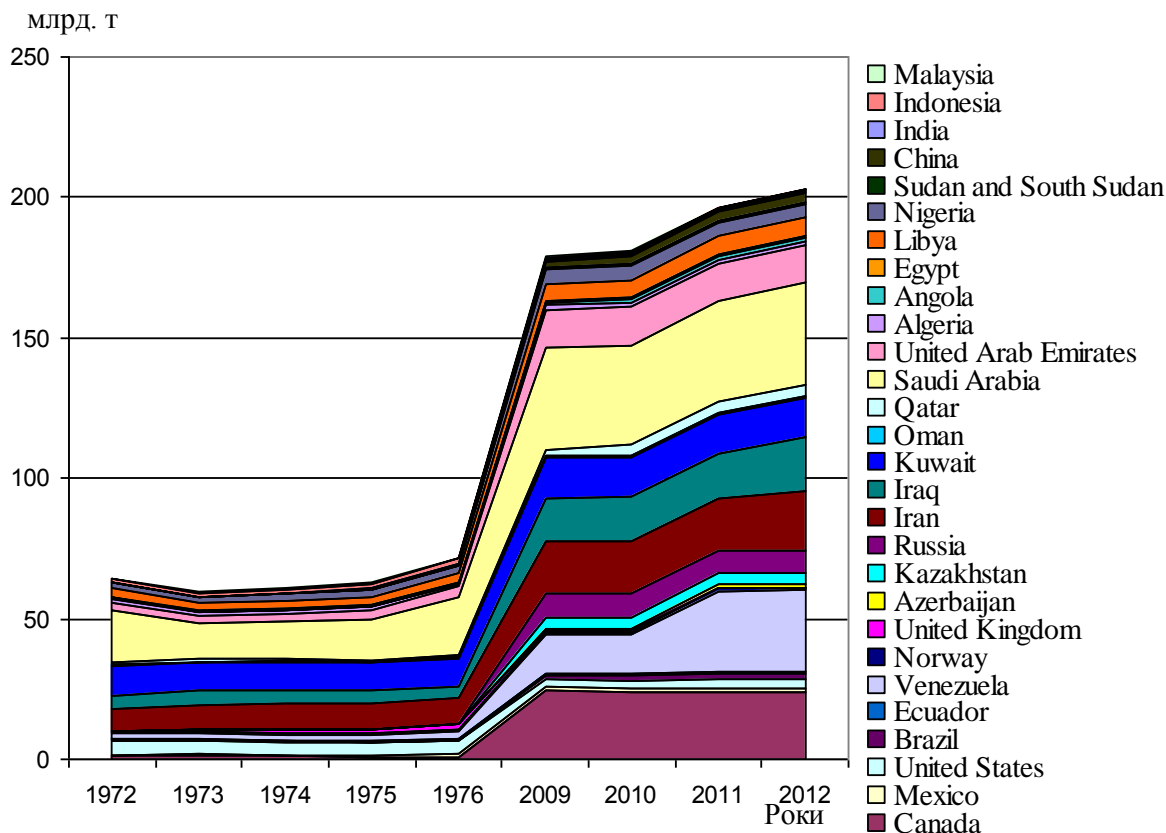


Рис. 1. Обсяг підтверджених запасів нафти і конденсату за країнами світу (складено за [6])

Сьогодні важко визначити пік відкриття світових запасів нафти через політизацію інформації про відкриття родовищ, тому і встановити досягнення максимуму видобування, за аналогією з дослідженням Д. Кемпбелла, неможливо. Складність прогнозування підсилюється відсутністю достовірної інформації про нові родовища, бо в прирості запасів, наведених у інформаційних джерелах, складно визначити частку нових родовищ.

З огляду на вищесказане, існує необхідність у визначенні об'єктивних показників оцінювання забезпеченості паливно-енергетичними ресурсами і глобального рівня енергетичної безпеки в умовах недосконалої інформаційної бази.

Для кількісного оцінювання енергетичної безпеки використовують показник R/P (reserves/production), що відображає час використання наявних ресурсів у роках при сучасному рівні споживання [1,10]:

$$(R/P)_i = \frac{X_i^{res}}{X_i}, \quad (1)$$

де  $X_i^{res}$ ,  $X_i$  – підтверджені запаси та рівень видобутку  $i$ -го енергоносія.

Упродовж останніх десятиріч цей показник суттєво знизився за рахунок зростання обсягів споживання ПЕР та зниження темпів приросту сировинної бази (рис. 2).

Сьогодні простежується чітко виявлена тенденція зниження вказаного показника для вугілля впродовж досліджуваного періоду з 125 до 109 років. Всесвітні підтверджені запаси нафти в кінці 2012 року досягли 1668900 млн барелів, достатніх для задоволення потреб глобального виробництва при досягнутому рівні споживання у 2012 році на 52,9 років, а забезпеченість природним газом балансує на рівні 55 – 57 років (за іншим джерелом знизилась з 60 до 56 років).

Оскільки зростання видобування відбувається під впливом підвищення споживання енергетичних ресурсів, що визначається зростанням потреб економіки і соціальної сфери внаслідок зростання чисельності населення, для кількісної оцінки енергетичної безпеки використовують показник обсягу розвіданих

запасів ПЕР у перерахунку на одну людину (R/N)  
(табл. 4) [10]:

$$(R/N)_i = \frac{X_i^{res}}{N} \quad (2)$$

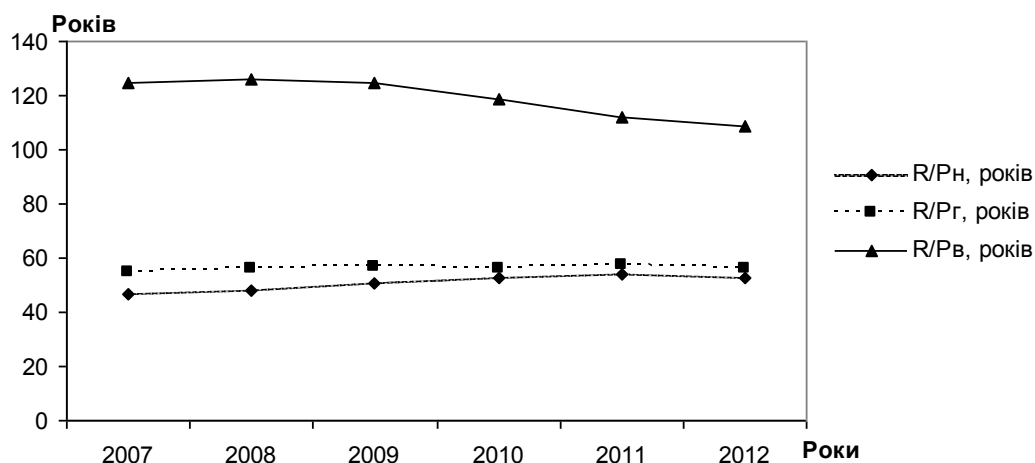


Рис. 2. Показники співвідношення підтверджених запасів до обсягів видобування ПЕР (складено за [6])

Таблиця 4. Питомі показники розвіданих запасів ПЕР

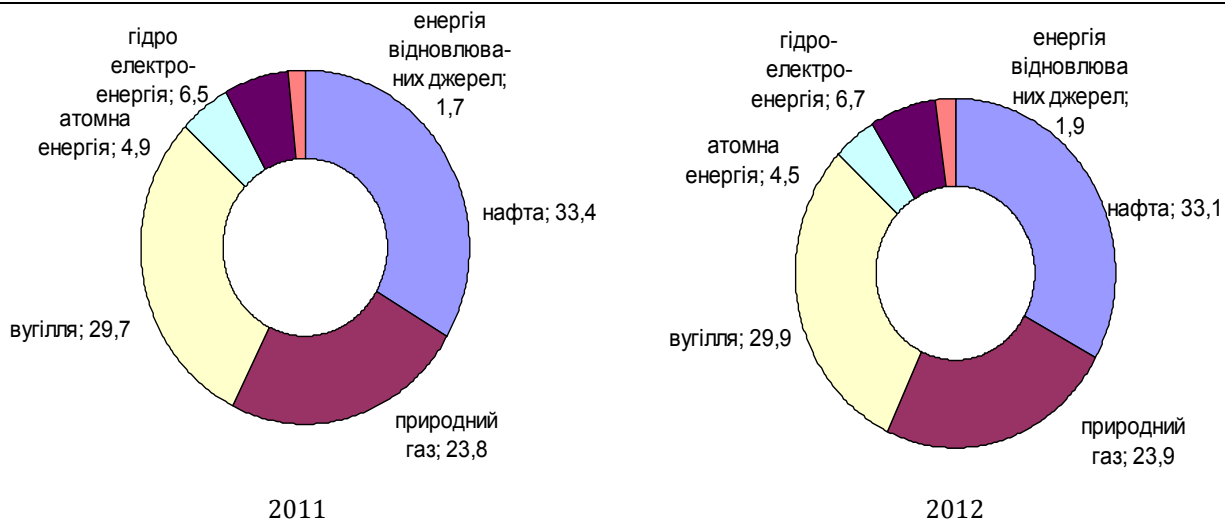
| Показники          | Роки |      |      |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|
|                    | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| R/Nн, т/люд.       | 27   | 27   | 27   | 29   | 32   | 33   |
| R/Nг, тис. м3/люд. | 26   | 27   | 26   | 27   | 27   | 27   |
| R/Nв, т/люд.       | 137  | 141  | 146  | 151  | 145  | 122  |

Питомі показники є більш достовірним методом оцінювання забезпеченості потреб у ПЕР, оскільки дозволяють відносно порівняння приросту запасів та рівня забезпеченості ПЕР окремих країн тощо. Проте їх суттєвим недоліком є неврахування структури споживання, яка обумовлюється тенденціями розвитку економіки.

Сьогодні більшість великих родовищ перебуває на піку або завершальній стадії освоєння, а приріст запасів здійснюється не за рахунок відкриття великих нових родовищ, а дорозвідки існуючих, тому суттєвого збільшення або і стабілізації видобутку не можна очікувати найближчим часом. У таких умовах зростання попиту на енергетичні ресурси вимагає оптимізації їх використання і диверсифікації за рахунок джерел альтернативних видів енергетичних ресурсів (рис. 3).

У 2012 році зросли частка енергії з відновлюваних джерел у загальному обсязі споживання на 0,2 %, частка гідроелектроенергії – на 0,2%, частка вугілля – на 0,2% та природного

газу – на 0,1% за рахунок скорочення частки атомної енергії на 0,4% та нафти – на 0,3%. Скорочення споживання нафти та атомної енергії відбулося за рахунок зниження обсягів споживання традиційних ПЕР у країнах Європи та Євразії, у той час, як зростання споживання демонстрували Китай, Японія та США, що викликане відновленням їх економічного зростання. Нарощування обсягів використання альтернативних джерел несе у собі певну загрозу економічній стабільності, оскільки вартість альтернативної енергії для споживачів значно вища, ніж традиційної. В умовах становлення економіки в країнах, що розвиваються, це може слугувати непосильним тягарем для національних економік та соціальної сфери. Більш виправданим джерелом, що забезпечує не тільки автономію постачання, але і прийнятну вартість, виступають сланцеві родовища вуглеводнів та вугільні родовища зі значним вмістом метану.



**Рис. 3. Структура споживання первинних паливно-енергетичних ресурсів**

Важливим фактором приросту запасів вуглеводнів виступають запаси родовищ сланцевого газу та нафти (табл. 5).

**Таблиця 5. Запаси сланцевого газу та нафти [5]**

| Країна    | Запаси сланцевої нафти, млрд барелів | Країна          | Запаси сланцевого газу, трильйонів кубічних футів |
|-----------|--------------------------------------|-----------------|---|
| Росія     | 75                                   | Китай           | 1,115   |
| США       | 58                                   | Аргентина       | 802   |
| Китай     | 32                                   | Алжир           | 707   |
| Аргентина | 27                                   | США             | 665   |
| Лівія     | 26                                   | Канада          | 573   |
| Австралія | 18                                   | Мексика         | 545   |
| Венесуела | 13                                   | Австралія       | 437   |
| Мексика   | 13                                   | Південна Африка | 390   |
| Пакистан  | 9                                    | Росія           | 285   |
| Канада    | 9                                    | Бразилія        | 245   |
| Світ      | 345                                  | Світ            | 7299  |

Відомо, що максимуму видобуток нафти в СРСР досягнув у 1988 році, а в Росії, на думку експертів, - у 2009. Упродовж 2007-2011 років світовий видобуток нафти балансував на межі максимальних значень, але, попри це, припинення видобування нафти Лівією не вдалося компенсувати обсягами перерозподілу квот серед країн ОПЕК [8], досягнення попереднього рівня відбулося за рахунок нарощування видобутку США у 2012 році.

Заслугує уваги і тенденція скорочення обсягів експорту та імпорту нафти, яка спостерігається впродовж 2007-2009 років, що свідчить про небажання експортерів нафти компенсувати природне падіння обсягу видобутку за рахунок його інтенсифікації та через зниження попиту під впливом стагнації економік розвинутих країн. Під впливом відновлення економічного

зростання США та Китаю зріс обсяг споживання рідких вуглеводнів, проте експорт так і не досягнув рівня 2007 року у зв'язку із рекордним падінням обсягів транспортування вуглеводнів через LNG-термінали на 0,9%.

Протягом 2011-2012 років простежується підвищення залежності споживання від імпорту нафти з 62,17 до 62,24%, що нижче рівня 2008 року - 63,1%, а залежність споживання від імпорту газу з 31,86% знизилась до 31,18%, що на 2,3 % нижче рівня 2007 року. У 2012 році зросла залежність від імпорту вугілля до 70% під впливом підвищення ефективності перетворення енергії вугілля, що є важливим фактором зменшення обсягів викидів двоокису вуглецю. Зростанню обсягів і частки використання вугілля у світовому споживанні первинних ПЕР сприяє впровадження технологій підвищення



ефективності використання вугілля: 1) вловлювання та зберігання вуглецю (CSS-технологія); 2) перетворення вугілля в рідке паливо (CTL-технологія) як альтернативи нафті; 3) підземна газифікація вугілля (UCG-технологія) тощо.

Прийнято вважати, що зростання видобутку вуглеводнів повинно компенсуватися десятикратним приростом їх запасів, що пов'язують з режимами і стадіями експлуатації родовищ, оскільки обсяг видобування, як правило, зростає і стабілізується протягом перших 10-15 років (табл. 3).

**Таблиця 3. Показники ефективності використання природно-сировинної бази традиційних вуглеводнів (розраховано за [6])**

| Показники  | Роки  |       |       |       |         |
|--|-------|-------|-------|-------|---------|
|  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012    |
| Співвідношення приросту підтверджених запасів нафти і конденсату до приросту річного обсягу видобування, років | 75,8  | -21,2 | 184,6 | 490,3 | 146,6   |
| Співвідношення приросту підтверджених запасів природного газу до приросту річного обсягу видобування, років    | 54,5  | 70,3  | 47,2  | 19,8  | -7,0    |
| Співвідношення приросту підтверджених запасів вугілля до приросту річного обсягу видобування, років            | 263,9 | 991,5 | 158,4 | -94,8 | -1160,6 |
| Співвідношення приросту підтверджених запасів нафти і конденсату до річного обсягу видобування, років          | 0,8   | 0,6   | 4,0   | 5,0   | 3,6     |
| Співвідношення приросту підтверджених запасів природного газу до річного обсягу видобування, років             | 2,0   | -2,0  | 3,3   | 0,6   | -0,2    |
| Співвідношення приросту підтверджених запасів вугілля до річного обсягу видобування, років                     | 9,0   | 8,9   | 8,4   | -5,5  | -26,0   |

Ураховуючи нормативний рівень показника, слід зазначити негативні значення для природного газу та вугілля у 2012 році, що характеризує більш інтенсивне їх споживання, а як наслідок – скорочення запасів та погіршення глобальної енергетичної безпеки.

Згідно з наведеними даними до нормативного значення в 10-15 років наближається тільки співвідношення приросту підтверджених запасів нафти до приросту річного обсягу видобування у 2008 – 2012 роках. Динаміка показника для нафти і конденсату має стрімку тенденцію зростання у 2011 році, він у 32-49 раз перевищує нормативний рівень. Різке зниження у 2009 році до -21,2 років пов'язане зі скороченням обсягів видобування нафти і конденсату. Проте через політичну нестабільність у країнах Східно-Азійського та Північно-Африканського регіонів сповільнився приріст світових запасів нафти і конденсату у 2012 році, що зумовило зниження показника.

Упродовж 2008 – 2012 років простежується зниження співвідношення приросту підтверджених запасів природного газу до приросту обсягу видобування, а зростання до 70,3 у 2009 році зумовлене перевищенням зниження обсягів підтверджених резервів падіння обсягів видобування. Негативне співвідношення приросту підтверджених запасів вугілля до річного обсягу видобування у 2011-2012 рр. пояснюється скороченням обсягів підтверджених запасів, що суттєво перевищує темпи їх освоєння.

Аналіз вказаних показників не дозволяє об'єктивно кількісно оцінити стан глобальної

енергетичної безпеки щодо забезпеченості освоєння ПЕР. Фактично співвідношення приросту підтверджених запасів вуглеводнів до приросту річного обсягу видобування немає економічного змісту, оскільки обсяг виробництва зростає під впливом науково-технічного прогресу. Натомість, існує певний взаємозв'язок між показником R/P та співвідношенням приросту підтверджених запасів до річного обсягу видобування:

$$\frac{R_{i+1}^j}{P_{i+1}^j} = \frac{R_i^j + \Delta R_{i+1}^j}{P_i^j + \Delta P_{i+1}^j} = \frac{R_i^j}{P_{i+1}^j} + \frac{\Delta R_{i+1}^j}{P_{i+1}^j} \neq \frac{R_i^j}{P_i^j} + \frac{\Delta R_i^j}{\Delta P_i^j}, \quad (3)$$

де  $R_i^j, R_{i+1}^j$  – обсяг запасів  $j$ -го виду ресурсу в базовому та досліджуваному періоді;

$P_i^j, P_{i+1}^j$  – обсяг видобування (виробництва)  $j$ -го виду ресурсу в базовому та досліджуваному періоді;

$\Delta R_{i+1}^j, \Delta P_{i+1}^j$  – приріст обсягу запасів та приріст обсягу видобування (виробництва)  $j$ -го виду ресурсу в базовому та досліджуваному періоді.

Якщо  $\Delta R_{i+1}^j < 0, \Delta P_{i+1}^j \leq 0$ , то співвідношення приросту підтверджених запасів вуглеводнів до приросту річного обсягу видобування немає змісту, як і при  $P_i^j > P_{i+1}^j$ .

Отже, показник  $\frac{\Delta R_{i+1}^j}{\Delta P_{i+1}^j}$  не може застосовуватись в енергетичному аналізі в якості загальної характеристики, тому він не має прикладного значення для оцінювання енергетичної безпеки.

Натомість, співвідношення приросту підтверджених запасів паливно-енергетичного ресурсу до річного обсягу його видобування чи виробництва відображає достатність сировинної бази для безперерйного забезпечення світових потреб (табл.3).

Співвідношення приросту підтверджених запасів паливно-енергетичного ресурсу до річного обсягу його видобування дозволяє враховувати і підвищення техніко-технологічної ефективності процесів видобування та виробництва ПЕР, водночас відображаючи тенденцію нарощування сировинної бази. Упродовж досліджуваного періоду простежується нарощування сировинної бази видобування нафти і конденсату (показник перевищує 1 рік) та скорочення відносно природного газу і вугілля (рівень нижче 1 року). Проте відносність цієї оцінки пов'язана із відмінністю в способах та умовах розробки родовищ, тому для дослідження показників енергетичної безпеки окремих країн слід урахувати коефіцієнти вилучення вуглеводнів (нафтовилучення та газовіддачі об'єктів розробки) або корисного використання чи перетворення енергетичного ресурсу (технічно досяжного використання або перетворення):

$$K_{\Delta R/P} = \frac{\Delta R_{i+1}^j \cdot k_p^j}{\Delta P_{i+1}^j}, \quad (4)$$

де  $k_p^j$  - коефіцієнти вилучення вуглеводнів (нафтовилучення та газовіддачі об'єктів розробки) або корисного використання чи перетворення енергетичного ресурсу.

Оскільки технологічну ефективність видобування газу, нафти, конденсату характеризують коефіцієнти нафто- і конденсатовилучення та газовіддачі, то можна узагальнити їх середнє значення для окремих нафтогазоносних регіонів і країн.

Зважаючи, що виробництво будь-якої продукції в умовах ринкової економіки залежить від попиту та низки інших факторів, а споживання є більш статичним показником, тому, замінивши обсяг виробництва на обсяг споживання паливно-енергетичних ресурсів, можна використовувати

показник  $\frac{\Delta R_{i+1}^j}{C_{i+1}^j}$  у якості загального показника

вимірювання енергетичної безпеки. Економічний зміст вказаного показника полягатиме у відображенні забезпеченості запасами споживання ресурсів.

Отже, для характеристики приросту природно-сировинної бази та забезпеченості ПЕР як показника ресурсного аспекту енергетичної безпеки слід застосовувати співвідношення скоригованого приросту запасів до річного обсягу споживання:

$$K_{\Delta R/C} = \frac{\Delta R_{i+1}^j}{C_{i+1}} k_{p,i+1}^j. \quad (5)$$

Запропоновані показники мають абсолютне значення і вимірюються в роках, що відображає кількісний вимір стану енергетичної безпеки, оскільки характеризує вплив загроз і можливостей на забезпеченість окремим видом ресурсу.

Для узагальненої оцінки слід звести приріст запасів та споживання первинних ресурсів до єдиної енергетичної одиниці, тоді загальні показники забезпеченості ПЕР як ресурсного аспекту енергетичної безпеки, можна обчислювати за формулами:

$$SK_{\Delta R/C} = \sum_{j=1}^n \frac{\Delta R_{i+1}^j \cdot k_{p,i+1}^j \cdot q_{p,i+1}^j}{C_{i+1}}, \quad (6)$$

$$SK_{\Delta R/P} = \sum_{j=1}^n \frac{\Delta R_{i+1}^j \cdot k_{p,i+1}^j \cdot q_{p,i+1}^j}{P_{i+1}},$$

де  $q_{p,i+1}^j$  - частка в структурі первинного споживання паливно-енергетичних ресурсів або частка паливно-енергетичного ресурсу в структурі кінцевого споживання.

При цьому, для врахування використання вторинних, відновлюваних та інших енергетичних джерел у якості  $k_{p,i+1}^j$  слід використовувати відносно технічно досяжного потенціалу коефіцієнт корисного використання енергії, коефіцієнт корисного використання палива, коефіцієнт перетворення енергетичного ресурсу, коефіцієнт утилізації вторинних енергетичних ресурсів, електропаливний і теплоелектричні коефіцієнти.

Проте показники формування сировинної бази видобування нафти і газу потребують суттєвого покращення, що свідчить про неминучу вичерпність традиційних джерел паливно-енергетичних ресурсів при досягнутому обсязі споживання вже у недалекому майбутньому. Негативні (менші за 1) значення показників характерні у випадку зниження підтверджених запасів вуглеводнів, що відповідає досліджуваним умовам або скороченню їх споживання, яке впродовж досліджуваного періоду не спостерігається.

Сьогодні чітко простежується низка загроз в енергетичній сфері:

- окремі країни-експортери вуглеводнів, не бажаючи втрачати лідируючі геополітичні позиції, не розкривають інформацію не тільки про підтвержені запаси, але і про реальний обсяг видобутку, експорту та транспортування вуглеводневої сировини;
- стрімке скорочення сировинної бази традиційних паливно-енергетичних ресурсів;
- зростання обсягів споживання та виробництва традиційних ПЕР до критичного рівня;

- зростання енергоемності ВВП через екстенсивну модель розвитку економік країн світу у посткризовому періоді;
- збільшення обсягів використання відновлюваних видів ресурсів, що зумовлює підвищення витрат на їх виробництво та споживання суб'єктами економіки і населенням порівняно з традиційними;
- упровадження ембарго на постачання нафти країнами ОПЕК учасникам збройних конфліктів забезпечує підвищення світових цін на вуглеводневу сировину;
- збільшення обсягів збройних повстань та конфліктів у країнах-експортерах нафти і газу (Сирія, Лівія, Єгипет, Іран тощо) зменшує пропозицію вуглеводнів та обмежує диверсифікацію їх постачання;
- монополізація транспортних потужностей, обмеження та скорочення обсягів транспортування нафти і газу, підвищення вартості транспортування;
- дослідження арктичних та антарктичних запасів, розвиток альтернативних традиційним способів горизонтального і похилого розкриття нафтогазоносних горизонтів, дослідження бітумних пісків, освоєння важковидобувних запасів нафти, заміщення нафти на газ;
- упровадження технологій підвищення ефективності використання вугілля;
- дослідження родовищ та видобування сланцевого газу і нафти тощо.

Кінцевою метою зазначених процесів є відтермінування різкого скорочення обсягів видобування вуглеводневої сировини шляхом підвищення коефіцієнтів нафтогазовилучення та ефективності розробки родовищ, скорочення обсягів споживання традиційних невідновлюваних паливно-енергетичних ресурсів та забезпечення приросту їх сировинної бази.

Забезпеченість паливно-енергетичними ресурсами, як і загалом енергетична безпека, залежить від структури енергоносіїв в енергоспоживанні, рівня освоєння і використання наявних власних запасів, залежності від імпорту первинних ПЕР, глибини переробки вуглеводневої сировини, наявності енергетичних потужностей та енергогенеруючих технологій, диверсифікації джерел та шляхів постачання ПЕР, наявності розвиненої транспортної інфраструктури, зростання обсягів використання альтернативних

джерел енергії, впровадження заходів з енергозбереження та ресурсозбереження у виробничій та соціальній сферах, забезпечення необхідного приросту сировинної бази, впровадження енергоефективних технологій використання ПЕР тощо.

До основних критеріїв глобальної енергетичної безпеки для оцінювання наявних загроз слід зарахувати:

- забезпеченість ПЕР (питома величина підтверджених запасів кожного виду ПЕР в розрахунку на людину; частка річного приросту підтверджених запасів окремого виду ПЕР і річного приросту обсягу виробництва або видобування; співвідношення підтверджених запасів окремого виду ПЕР і річного обсягу видобування чи споживання);
- ефективність виробництва і транспортування ПЕР (частка використовуваних потужностей у величині наявних встановлених потужностей з виробництва, видобування, транспортування, переробки окремого виду ПЕР; відсоток втрат енергетичних ресурсів у процесі транспортування або виробництва; обсяг викидів CO<sub>2</sub> від виробництва та використання окремого виду паливно-енергетичного ресурсу тощо);
- можливість диверсифікації джерел постачання ПЕР (частка обсягу вільної торгівлі окремим видом ресурсу у загальному обсязі виробництва; частка імпорту в загальному обсязі споживання окремого виду ПЕР; частка експорту в загальному обсязі виробництва окремого виду ПЕР; структура виробництва і споживання ПЕР);
- використання потенціалу відновлюваних джерел енергії (частка в структурі споживання окремого джерела; частка обсягу використання окремого джерела енергії і відносно допустимого потенціалу; співвідношення вартості одиниці енергії в результаті перетворення ресурсу і ціни споживання електроенергії тощо);
- ефективність споживання ПЕР (економія ПЕР від упровадження заходів з енергозбереження та підвищення енергоефективності в розрахунку на одну людину; відносне зниження енергомісткості продукції, питомих витрат ПЕР тощо).

### Список літератури

1. Бараннік, В. О. Енергетична безпека держави: аналіз становлення сучасної парадигми [Електронний ресурс] / В. Бараннік. – Режим доступу: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/vsuni/2012\\_1\\_2/Baranni.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/vsuni/2012_1_2/Baranni.pdf).
2. Земляний, М. Г. До оцінки рівня енергетичної безпеки. Концептуальні підходи [Текст] / М. Земляний // Стратегічна панорама. – 2009. – № 2. – С. 56-64.

3. Микитенко, В. В. На чому базується енергетична безпека держави [Текст] / В. Микитенко // Вісник НАН України. – 2005. – № 3. – С. 41-47.
4. Сапєгин, С. В. Некоторые аспекты обеспечения энергетической безопасности Украины при использовании нетрадиционных источников энергии [Текст] / С. Сапєгин // Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в енергозабезпеченні регіону : матеріали науково-практичної конференції / Регіональний філіал Національного інституту стратегічних досліджень в м. Дніпропетровську; За ред. проф. А. І. Шевцова. – Д. – 2007. – С. 22-29.
5. BP Statistical Review of World Energy 2013 [Електронний ресурс] // Energy Academy and Centre for Economic Reform and Transformation, Heriot-Watt University. – Режим доступу: <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/statistical-review-of-world-energy-2013/review-by-energy-type/natural-gas/natural-gas-reserves.html>.
6. International Energy Statistics [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=92&pid=46&aid=2>.
7. Лойко, В. В. Енергетична безпека в контексті економічної безпеки [ел. ресурс] / В. Лойко // Ефективна економіка. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2150>.
8. Australian Energy White (Wash) Paper 2011: peak oil denial not yet peaked [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://crudeoilpeak.info/australian-energy-white-wash-paper-2011-peak-oil-denial-not-yet-peaked>.
9. Energy intensity of GDP at purchasing power parities – World [Електронний ресурс] / Energy intensity of GDP at constant purchasing power parities . – Режим доступу: <http://yearbook.enerdata.net/energy-intensity-GDP-by-region.html#energy-intensity-GDP-by-region.html>.
10. Бондаренко, Г. В. Енергетична безпека як визначальна складова економічної незалежності України [Електронний ресурс] / Г. Бондаренко, В. Щерба. – Режим доступу: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/vchu/N152/N152p098-108.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/vchu/N152/N152p098-108.pdf).

## References

1. Barannik, V. (n. d.). Energy safety of the state: analysis of becoming by modern paradigm [Energetychna bezpeka dergavy: stanovlennia suchasnoi paradygmy]. Retrieved August 19, 2013, from [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/vsunu/2012\\_1\\_2/Baranni.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/vsunu/2012_1_2/Baranni.pdf).
2. Zemlianyi, M. (2009). In assess the level of energy security. Conceptual approaches [Do ozhinky rivnia energetychnoi bezpeky. Konzheptualni pidkhody]. Strategichna panorama, 2, 56–64.
3. Mykytenko, V. (2005). What power safety of the state is based on [Na chomu bazuietsia energetychna bezpeka dergavy]. Visnyk NAS of Ukraine, 3, 41–47.
4. Sapiogin, S. (2007). Some aspects by providing of power safety of Ukraine by untraditional energy sources using [Niekotoryie aspiekty obiespiechienia energietichieskoi biezopastnosti Ukrainy pri ispolzovanii nietradizhyonnykh istochnikov eniergii]. Alternative and renewable energy sources in the energy supply of the region: Proceedings of the Conference. Regional Branch of the National Institute for Strategic Studies in Dnipropetrovck, 1, 22– 29.
5. BP Statistical Review of World Energy 2013. (2013). Energy Academy and Centre for Economic Reform and Transformation, Heriot-Watt University. Retrieved August 19, 2013, from <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/statistical-review-of-world-energy-2013/review-by-energy-type/natural-gas/natural-gas-reserves.html>.
6. International Energy Statistics. (2013). Retrieved August 19, 2013, from <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=92&pid=46&aid=2>.
7. Loiko, V. Energy Security in the Context of Economic Security [Energetychna bezpeka v konteksti ekonomichnoii bezpeky]. Effective economy. Retrieved August 20, 2013, from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2150>.
8. Australian Energy White (Wash) Paper 2011: peak oil denial not yet peaked. (2011). Retrieved August 20, 2013, from <http://crudeoilpeak.info/australian-energy-white-wash-paper-2011-peak-oil-denial-not-yet-peaked>.
9. Energy intensity of GDP at purchasing power parities – World. Energy intensity of GDP at constant purchasing power parities. (2012). Retrieved August 19, 2013, from <http://yearbook.enerdata.net/energy-intensity-GDP-by-region.html#energy-intensity-GDP-by-region.html>.
10. Bondarenko, G., Scherba, V. (n.d.). Energy security as defining part of the Ukrainian economic independence [Energetychna bezpeka iak vyznachalna skladova ekonomichnoii nezalegnosti Ukrainy]. Retrieved August 19, 2013, from [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/vchu/N152/N152p098-108.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/vchu/N152/N152p098-108.pdf).

Стаття надійшла до редакції 29.09.2013 р.