

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Музиченко Микола Володимирович

УДК 338.45:622.324

ДИСЕРТАЦІЯ

**«ДИВЕРСИФІКАЦІЯ РИНКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ЄС В КОНТЕКСТІ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ»**

08.00.02 – «Світове господарство і міжнародні економічні відносини»
(Економічні науки)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ М. В. Музиченко

Науковий керівник:

Сідоров Вадим Ігоревич, кандидат економічних наук, професор.

Харків – 2018

АНОТАЦІЯ

Музиченко М. В. Диверсифікація ринку природного газу ЄС в контексті забезпечення енергетичної безпеки. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.02 – Світове господарство і міжнародні економічні відносини (Економічні науки). – Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна Міністерства освіти і науки України, Харків, 2018.

В дисертації вирішене важливе наукове завдання – поглиблення теоретико-методичних засад дослідження особливостей та тенденцій диверсифікації ринку природного газу ЄС та обґрунтування перспективних напрямів підвищення енергетичної безпеки ЄС за рахунок підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу.

Шляхом узагальнення вітчизняних та зарубіжних джерел визначено, що існують різноманітні підходи до трактування енергетичної безпеки, які використовуються міжнародними організаціями та окремими державами. Ці підходи відрізняються внаслідок існуючих інституційних концепцій, національної специфіки та інтересів. Поняття енергетичної безпеки охоплює безліч багатофакторних складових, пов'язаних між собою численними багатофункціональними зв'язками, включаючи економічні, політичні, соціальні та екологічні аспекти.

У роботі стверджується, що енергетична безпека може розглядатися як в одноаспектному вимірі, який значною мірою базується на безпеці постачання енергоресурсів (наявності енергоресурсів), так і в багатоаспектному вимірі, який, крім безпеки постачання енергоресурсів, також враховує низку інших важливих взаємопов'язаних аспектів енергетичної безпеки, насамперед таких як доступність енергоресурсів, енергоефективність та екологічна безпека. Незважаючи на безліч розбіжностей у підходах до визначення енергетичної безпеки, ключова роль завжди належить забезпеченню наявності різних видів енергоресурсів в кількості, достатній для покриття існуючого попиту.

Підкреслено, що у широкому розумінні енергетична безпека ЄС визначається як стан забезпечення економіки ЄС енергією (енергоресурсами), за якого не створюються загрози сталому розвитку та впроваджені механізми компенсації (мінімізації) наявних та потенційних ризиків, які можуть виникати внаслідок негативного впливу внутрішніх або зовнішніх чинників.

Наявність енергії (енергоресурсів) є багатовимірним поняттям, складовими якого є диверсифікація постачальників енергії (енергоресурсів); просторова диверсифікація розподілу енергії (енергоресурсів) (включаючи диверсифіковану генерацію поновлюваних ресурсів); диверсифікація видів енергоресурсів (включаючи відновлювані та невідновлювані) та диверсифікація маршрутів постачання (трубопроводів).

У роботі удосконалено понятійно-категоріальний апарат дослідження авторським уточненням терміну «енергетична безпека», який, на відміну від існуючих, запропоновано трактувати як інтегральну категорію, яка охоплює соціальні, економічні, політичні, технологічні і екологічні фактори (аспекти) і характеризує стан забезпечення економіки і соціальної сфери держави енергоресурсами, за якого основні поточні і прогнозовані на середньострокову (довгострокову) перспективу потреби у енергії (у різноманітних формах і достатній кількості) задовольняються за стабільними та доступними цінами шляхом використання енергоресурсів з внутрішніх та зовнішніх джерел і стратегічних резервів через надійну та захищену внутрішню енергетичну інфраструктуру і диверсифіковані та стабільно доступні зовнішні джерела постачання енергоресурсів, не створюються загрози сталому (економічному і соціальному) розвитку та екологічній безпеці і впроваджені механізми мінімізації наявних і потенційних ризиків для енергетичної сфери, які можуть виникнути внаслідок негативного впливу внутрішніх або зовнішніх чинників.

Оцінюючи місце і роль диверсифікації в системі чинників забезпечення енергетичної безпеки ЄС як одного з найбільших імпортерів енергоресурсів у світі, встановлено, що під забезпеченням енергетичної безпеки ЄС розуміється процес зниження залежності від зовнішніх постачальників енергоресурсів за

рахунок розвитку власного виробництва енергії, диверсифікації внутрішнього енергетичного портфеля та диверсифікації постачання енергоресурсів із зовнішніх джерел, формування достатніх стратегічних запасів енергоресурсів, підвищення енергоефективності, декарбонізації як засобу боротьби з кліматичними змінами та мінімізації забруднення довкілля.

Узагальнено існуючі підходи до розуміння сутності і засобів забезпечення диверсифікації в енергетичній сфері і встановлено, що аналіз і оцінка диверсифікації ринку природного газу здійснюється на основі використання показників диверсифікації комплексу первинних енергоресурсів, які, переважним чином, використовуються в промисловості; диверсифікації виробництва електроенергії за рахунок використання природного газу, диверсифікації портфеля постачальників природного газу, диверсифікації маршрутів постачання природного газу, диверсифікації щодо використання зрідженого природного газу.

Проведено аналіз сучасного стану ринку природного газу ЄС, внаслідок якого встановлено, що цей ринок займає одне з ключових місць в загальній структурі виробництва первинної енергії в ЄС, в якому частка природного газу складає біля 14 %. У загальній структурі експорту енергоресурсів ЄС частка природного газу складає 13 %, а частка ЗПГ – 4,7 %. У загальній структурі імпорту енергоресурсів ЄС частка природного газу складає 21,6 %, а частка ЗПГ – 2,6 %. Загальним вектором розвитку ринку природного газу ЄС є формування єдиного лібералізованого конкурентоспроможного європейського газового ринку, ключовими елементами якого є вільна конкуренція між постачальниками природного газу та біржове ціноутворення на високоліквідних газових хабах.

Розглянуто тенденції диверсифікації ринку природного газу ЄС в контексті забезпечення енергетичної безпеки і зазначено, що у середньостроковій перспективі концепція диверсифікації на основі розвитку конкуренції може забезпечити, принаймні, такий самий рівень енергетичної безпеки ЄС, як і концепція диверсифікації на основі різноманітних

довгострокових контрактів, та навіть ще більшу конкурентоспроможність ринку ЄС внаслідок того, що на сучасному світовому ринку природного газу наявні резервні потужності щодо вироблення природного газу.

Запропоновано концептуально-методичний підхід до оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС на основі узагальненого індексу рівня диверсифікації ринку природного газу з використанням логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності, який дозволяє кількісно і якісно оцінити як рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС за основними його аспектами, так і загальний рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС в цілому. Узагальнений безрозмірний індекс рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС є кількісною мірою того, наскільки забезпечена енергетична безпека ЄС в аспекті диверсифікації постачання і використання природного газу. Узагальнений індекс рівня диверсифікації вимірюється за одиничною безрозмірною шкалою, а його значення характеризують відповідні рівні диверсифікації ринку природного газу (критичний, кризовий, задовільний, нормальний та високий) за градаціями шкали золотого перетину за наступним принципом: чим більшим є значення індексу, тим вищим є рівень диверсифікації.

В дисертації на основі запропонованого підходу до визначення мінімальної кількості зовнішніх джерел постачання природного газу, що є необхідною для забезпечення нормального рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу, наявність якого є основною умовою забезпечення мінімально необхідного нормального рівня безпеки постачання природного газу за діючим в ЄС стандартом газової інфраструктури «N-1», розроблено інструментарій кількісної оцінки рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу, який дозволяє кількісно оцінити рівень диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу до держав-членів ЄС з урахуванням факторів політичної стабільності та економічної доцільності, що пов'язані з державами-постачальниками (транзитерами) природного газу.

Під час дослідження розроблена модель диверсифікації ринку природного газу, яка внаслідок своєї адаптації до ринку природного газу ЄС шляхом врахування діючого в ЄС стандарту газової інфраструктури «N - 1» дозволяє кількісно і якісно оцінити як рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС за основними його аспектами, так і загальний рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС в цілому.

В рамках практичної реалізації розробленої моделі диверсифікації ринку природного газу ЄС здійснено якісну та кількісну оцінку рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС за основними його аспектами, на основі яких розраховано узагальнений індекс диверсифікації ринку природного газу ЄС. Встановлено, що поточний рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС відповідає нормальному рівню диверсифікації за запропонованою шкалою оцінки рівня показників диверсифікації, але при цьому значення узагальненого індексу рівня диверсифікації, яке дорівнює 0,621, відповідає початковим значенням нормального рівня диверсифікації і фактично знаходиться на межі між задовільним і нормальним рівнями диверсифікації (нестійкий нормальний рівень), що підтверджує нагальну необхідність підвищення рівня диверсифікації, як найменше, в межах нормального рівня до значень індексу диверсифікації 0,75-0,85, які відповідають більш високим значенням нормального рівня диверсифікації.

По наслідках аналізу отриманих кількісних і якісних оцінок рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС за основними його аспектами запропоновані перспективні напрями підвищення енергетичної безпеки ЄС за рахунок підвищення рівня диверсифікації за основними зовнішніми та внутрішніми аспектами сучасного ринку природного газу ЄС, запровадження яких сприятиме підвищенню загального рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС в цілому на 18,5%.

Визначено пріоритетні шляхи підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу України, реалізація комплексу завдань за якими з урахуванням запропонованих цільових показників рівня диверсифікації ринку

природного газу України за основними внутрішніми та зовнішніми аспектами, притаманними ринку природного газу ЄС, забезпечить задовільний загальний рівень диверсифікації вітчизняного ринку природного газу та є передумовою успішної інтеграції до ринку природного газу ЄС.

Отримані при цьому варіанти значень цільових показників диверсифікації в якості цільових параметрів можуть бути покладені в основу відповідних програм диверсифікації, розрахованих на середньострокову або довгострокову перспективу, і визначають основні перспективні напрями розвитку ринку природного газу України щодо підвищення енергоефективності, зміни структури комплексу енергоносіїв, які використовуються вітчизняною промисловістю, зменшення споживання природного газу, зменшення залежності від імпорту природного газу, підвищення рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання і постачальників природного газу, а також застосування до газотранспортної інфраструктури України аналогу діючого в ЄС стандарту газової інфраструктури «N - 1».

Наукова новизна одержаних результатів полягає у поглибленні теоретичних засад дослідження особливостей та тенденцій диверсифікації ринку природного газу ЄС в контексті забезпечення енергетичної безпеки.

Практичне значення отриманих результатів дослідження полягає у тому, що основні теоретичні положення, висновки і практичні рекомендації щодо диверсифікації ринку природного газу ЄС можуть бути використані для розробки програм диверсифікації ринку природного газу України з метою забезпечення енергетичної безпеки України в контексті інтеграції до ринку природного газу ЄС.

Ключові слова: енергоресурси, енергетична безпека, безпека постачання енергоресурсів, система забезпечення енергетичної безпеки, ринок природного газу ЄС, диверсифікація постачання енергоресурсів, модель диверсифікації ринку природного газу, показник диверсифікації, узагальнений індекс диверсифікації.

ABSTRACT

Mykola V. Muzychenko. Diversification of the EU natural gas market in the context of ensuring energy security. – Qualification research work as a manuscript.

The thesis for the degree of Candidate of Economic Sciences, speciality 08.00.02 – World Economy and International Economic Relations (Economic sciences). – V. N. Karazin Kharkiv National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2018.

The thesis solves an important scientific task – to deepen theoretical and methodological principles of studying the peculiarities and tendencies of diversification of the EU natural gas market and substantiation of promising directions of increasing EU energy security by increasing the level of diversification of the natural gas market.

On the basis of the generalization of domestic and foreign sources, it is noted that there are many different approaches to the interpretation of energy security used by international organizations and individual states. These approaches differ from existing institutional concepts, national specifics and interests. The concept of energy security encompasses many multifactorial components that are interconnected by numerous multifunctional links, including economic, political, social and environmental aspects.

It is noted that energy security can be considered as a one-dimensional measure, which is largely based on the security of supply of energy resources (availability of energy resources) and in a multi-dimensional dimension which, in addition to the security of energy supply, also takes into account a number of other important interrelated aspects of energy security, such as energy availability, energy efficiency and environmental safety. Despite the many differences in approach to energy security, the key role is always to ensure the availability of different types of energy resources to the extent that is sufficient to cover the existing demand.

It is determined that in the broadest sense, EU energy security is defined as a condition of providing the EU economy with energy (energy resources), without creating threats to sustainable development, and mechanisms for compensating

existing and potential risks that may arise as a result of the negative influence of internal or external factors.

EU energy security as a multidimensional concept is characterized by interconnected components such as energy availability, energy efficiency and environmental safety. In this case, the availability of energy (energy resources) is a multidimensional concept, the components of which are diversification of suppliers of energy resources; spatial diversification of energy distribution within the EU; diversification of types of energy resources; and the diversification of supply routes (pipelines).

In the work, the conceptual-categorical apparatus of the research was perfected by the author's refinement of the term «energy security», which, unlike the existing ones, is proposed to be interpreted as an integral category that covers social, economic, political, technological and environmental factors (aspects) and characterizes the state of the economy and social sphere of the state with energy resources, in which the main current and projected medium-term (long-medium term) energy needs (in various forms and sufficient quantities) are satisfied at stable and affordable prices through the use of energy from internal and external sources and strategic reserves, through the reliable and secure internal energy infrastructure and diversified and stable external energy supply sources, and do not endanger sustainable development and environmental safety and implemented the mechanisms for minimizing existing and potential risks for the energy sector, which may arise as a result of the negative influence of the internal or external factors.

Evaluating the place and role of diversification in the energy security system of the EU as one of the largest importers of energy resources in the world, it has been established that under the security of EU energy security is understood the process of reducing the dependence on external energy suppliers through the development of own energy production, diversification of the internal energy portfolio and diversification supply of energy resources from external sources, the formation of sufficient strategic reserves of energy resources, increase of energy efficiency, decarbonisation as a means to combat climate change and minimize pollution.

The existing approaches to understanding the essence and means of ensuring diversification in the energy sector are generalized and it has been established that the analysis and assessment of the diversification of the natural gas market is based on the use of indicators of diversification of the complex of primary energy resources that are predominantly used in industry; the diversification of electricity production by using natural gas, diversifying the portfolio of natural gas suppliers, diversifying natural gas supply routes, diversifying the use of liquefied natural gas.

An analysis of the current state of the EU natural gas market has been conducted, which has determined that this market is one of the key places in the overall structure of the EU primary energy production, where the share of natural gas is about 14%. In the overall structure of the EU energy exports, the share of natural gas is 13% and the share of LNG is 4.7%. In the overall structure of the EU energy imports, the share of natural gas is 21.6%, and the share of LNG is 2.6%.

The tendencies of diversification of the EU natural gas market in the context of ensuring energy security are considered, and it is noted that in the medium term the concept of diversification on the basis of competition development can provide at least the same level of EU energy security as the concept of diversification on the basis of various long-term contracts, and even greater competitiveness of the EU market due to the fact that in the modern world natural gas market there are reserve capacities for the natural gas production.

The conceptual approach to assessing the diversification level of the EU natural gas market based on the generalized natural gas market diversification index using the Verhulst logistic function as a function of desirability is proposed, which allows quantitative and qualitative assessment of the EU natural gas market diversification level in its main aspects, and the overall level of the EU natural gas market diversification as a whole. The generalized dimensionless index diversification is a quantitative measure of how well the EU energy security is secured in terms of diversifying natural gas supply and use. The generalized diversification index is measured on a single scale, and its value is characterized by the levels of natural gas market diversification by gradation of the golden section.

In the thesis on the basis of the proposed approach to determining the minimum number of external sources of natural gas supply that is necessary to ensure the normal level of diversification of external sources natural gas supply, the presence of which is the main condition for ensuring the minimum required level of natural gas supply security according to the EU gas infrastructure standard «N-1», tools for quantifying the diversification level of natural gas external sources supply, which allows to quantify the diversification level of natural gas external sources supply to the EU member states, taking into account the factors of political stability and economic expediency associated with the supplying countries.

During the study, a natural gas market diversification model was developed, which, due to its adaptation to the EU natural gas market, taking into account the existing gas infrastructure standard «N-1», allows quantitatively and qualitatively to assess the diversification level of the EU natural gas market in its main aspects, and the overall diversification level of the EU natural gas market as a whole.

Within the framework of the practical implementation of the developed EU natural gas market diversification model, carried out a qualitative and quantitative assessment of the diversification level of the EU natural gas market in its main aspects, on the basis of which the generalized EU natural gas market diversification index is calculated. It is established that the current diversification level of the EU natural gas market corresponds to the normal diversification level according to the proposed assessment scale of the diversification indicator level, but the value of the generalized natural gas market diversification index, which is equal to 0.621, corresponds to the initial value of the normal diversification level and actually lies between the satisfactory and the normal levels of diversification (unstable normal level), which confirms the urgent need to increase the diversification level, as the least, within the limits of normal level to the diversification index values 0.75-0.85, which correspond to higher values of the normal diversification level.

Based on the analysis of the quantitative and qualitative assessments of the diversification level of the EU natural gas market in its main aspects were proposed promising directions of increasing EU energy security by increasing the

diversification level by the main external and internal aspects of the EU modern natural gas market, the introduction of which will contribute to increase the overall diversification level of the EU market as a whole by 18.5%.

The priority directions of increasing the Ukraine natural gas market diversification level are identified, realization of the tasks complex on which proposed target indicators of Ukraine natural gas market diversification level on the main internal and external aspects inherent in the EU natural gas market, will provide a satisfactory overall level of the domestic natural gas market diversification and is a prerequisite for successful integration with the EU natural gas market.

Obtained variants of the values of the target parameters diversification can then be based on the appropriate diversification programs, designed for the medium or long-term perspective, and determine the main promising directions of Ukraine natural gas market development in terms of increasing energy efficiency, changing the structure of the energy mix used by the domestic industry, reduction of natural gas consumption, decreasing the dependence on imports of natural gas, increasing the diversification level of the external supply sources and suppliers, as well as applicate the current EU-standard gas infrastructure «N-1» to Ukraine gas transport infrastructure.

The scientific novelty of the obtained results is to deepen the theoretical principles of studying the features and trends of the EU natural gas market diversification in the context of providing energy security.

The practical value of the results of the study is that the main theoretical positions, conclusions and practical recommendations for the EU natural gas market diversification can be used to develop programs for the Ukraine natural gas market diversification in order to ensure energy security in the process of integration into the European energy space.

Keywords: energy resources, energy security, energy supply security, energy security system, EU natural gas market, energy supply diversification, gas market diversification model, diversification indicator, generalized diversification index.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Музиченко М. В. Місце і роль диверсифікації постачання енергоносіїв у системі забезпечення енергетичної безпеки ЄС // Причорноморські економічні студії. Одеса: Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій. 2017. Вип. 21. С. 15-18. (Index Copernicus).

2. Музиченко М. В. Сучасний ринок природного газу ЄС: структура та тенденції розвитку // Інвестиції: практика та досвід. 2017. № 22. С. 46-52. (Index Copernicus, SIS та Google Scholar).

3. Музиченко М. В. Концептуалізація енергетичної безпеки: міжнародний досвід // Бізнес Інформ. 2017. №8. С. 82-88. (Ulrichsweb, Index Copernicus, RePEc, DOAJ, CiteFactor, SIS).

4. Музиченко М. В. Методичний підхід до оцінки короткотермінової енергетичної безпеки держав-членів ЄС в аспекті постачання природного газу [Електронний ресурс] // Східна Європа: економіка, бізнес та управління, 2017. № 3 (08). С. 24-29. Дата оновлення: 18.01.2018. URL: http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/8_2017/06.pdf.

5. Музиченко М. В. Кількісна оцінка рівня диверсифікації постачання природного газу до держав-членів ЄС // Бізнес Інформ. 2016. № 8. С. 18-22. (Ulrichsweb, Index Copernicus, RePEc, DOAJ, CiteFactor, SIS).

6. Музиченко М. В. Якісна оцінка рівня диверсифікації постачання природного газу в державах-членах Євросоюзу // Вісник ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Серія «Міжнародні відносини. Економіка. Країнознавство. Туризм». Вип. 5, 2016. С. 45-49.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації у зарубіжних спеціалізованих виданнях:

7. Muzychenko M. Security model of natural gas supply to EU member states // Journal L'Association 1901 "SEPIKE". Poitiers, Frankfurt, Los Angeles. 2016. Edition 15. Part II. P. 107-117. (Index Copernicus).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

8. Музиченко М. В. Сучасні тенденції розвитку ринку природного газу ЄС // Глобальний економічний простір: детермінанти розвитку: матеріали IV

Міжнародної науково-практичної конференції, 15 грудня 2017 року. Миколаїв: МНУ ім. В. О. Сухомлинського, 2017. Ч. 1. 128 с. С. 78-82.

9. Музиченко М. В. Місце і роль диверсифікації постачання енергоносіїв в системі забезпечення енергетичної безпеки ЄС // Модернізація економіки та фінансової системи країни: актуальні проблеми та перспективи: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 29-30 вересня 2017 року. У 2-х частинах. Дніпро: ПДАБА, 2017. Ч. 1. 136 с. С. 21-25.

10. Музиченко М. В. Концептуальні підходи міжнародних організацій до визначення енергетичної безпеки // Актуальні питання економіки, фінансів, обліку та управління: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, 29 вересня 2017 року. Полтава: ЦФЕНД, 2017. 175 с. С. 20-23.

11. Музиченко М. В. Методичний підхід до оцінки короткотермінової енергетичної безпеки держав-членів ЄС в аспекті постачання природного газу // Сучасні наукові підходи до вдосконалення політики економічного зростання: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 05-06 травня 2017 року. Ужгород: Ужгородський національний університет, 2017. 160 с. С. 18-21.

12. Музиченко М. В. Використання логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності для нормування показників безпеки постачання природного газу // Проблеми та перспективи розвитку економіки в контексті євроінтеграційних процесів: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 21 квітня 2017 року. Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2017. 140 с. С. 14-17.

13. Музиченко М. В. Показники безпеки постачання природного газу / М. В. Музиченко // Innovative economy: processes, strategies, technologies: conference Proceedings, Part I, January 27, 2017. Kielce, Poland: Baltija Publishing. 196 p. P. 40-42.

14. Музиченко М. В. Модель оцінки безпеки постачання природного газу до держав-членів ЄС // Актуальні питання, проблеми та перспективи регулювання міжнародних економічних відносин: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції, 23-24 грудня 2016 року. К.: «ГО Київський економічний науковий центр», 2016. 148 с. С. 19-23.

15. Музиченко М. В. Безпека постачання природного газу до держав-членів ЄС // *The Development of International Competitiveness: state, region, enterprise: conference proceedings, Part I, December 16, 2016*. Lisbon: Baltija Publishing, 2016. 200 p. P. 35-39.

16. Музиченко М. В. Оцінювання безпеки постачання природного газу до держав-членів ЄС // *Сучасний стан і тенденції розвитку економіки країни: матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, 16 грудня 2016 року*. Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2016. 208 с. С. 17-21.

17. Музиченко М. В. Оцінювання рівня диверсифікації постачання природного газу в державах-членах Євросоюзу // *Забезпечення стійкого економічного розвитку країни: можливості та перспективи: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 жовтня 2016 року*. Львів: ГО «Львівська економічна фундація», 2016. 144 с. С. 16-19.

18. Музиченко М. В. Кількісна оцінка рівня диверсифікації постачання природного газу до держав-членів ЄС // *Можливості та перспективи забезпечення сталого розвитку економіки України: матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 жовтня 2016 року*. Ужгород: ВД «Гельветика», 2016. 176 с. С. 25-27.

19. Музиченко М. В. Якісна оцінка рівня диверсифікації постачання природного газу в державах-членах Євросоюзу // *Актуальні проблеми світового господарства і міжнародних економічних відносин: матеріали XI науково-практичної конференції молодих вчених, 25 березня 2016 року*. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2016. 378 с. С. 213-218.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

20. Музиченко М. В. Використання логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності для нормування показників безпеки постачання природного газу [Електронний ресурс] // *Економіка та суспільство*, 2017. № 9. С. 83-88. Дата оновлення: 18.01.2018. URL: http://economyandsociety.in.ua/journal/9_ukr/13.pdf. (Index Copernicus).

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО РИНКУ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ	26
1.1 Концептуалізація енергетичної безпеки.....	26
1.2 Диверсифікація енергетичного ринку в системі чинників забезпечення енергетичної безпеки ЄС.....	44
1.3 Методичні підходи до аналізу диверсифікації енергетичного ринку в контексті забезпечення енергетичної безпеки.....	55
РОЗДІЛ 2 ДИВЕРСИФІКАЦІЯ РИНКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ЄС ЯК ЧИННИК ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ	68
2.1 Структура та особливості розвитку ринку природного газу ЄС.....	68
2.2 Тенденції диверсифікації ринку природного газу ЄС в напрямку забезпечення енергетичної безпеки.....	87
2.3 Концептуально-методичний підхід до оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС.....	106
РОЗДІЛ 3 ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЄС ЗА РАХУНОК ДИВЕРСИФІКАЦІЇ РИНКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ	127
3.1 Модель диверсифікації ринку природного газу ЄС.....	127
3.2 Перспективні напрями підвищення енергетичної безпеки ЄС за рахунок диверсифікації ринку природного газу.....	151
3.3 Пріоритетні шляхи підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу України в контексті інтеграції до ринку природного газу ЄС.....	173
ВИСНОВКИ	187
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	192
ДОДАТКИ	213

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Ключовими рушійними силами і інструментами енергетичної безпеки ЄС є завершення побудови внутрішнього інтегрованого енергетичного ринку, диверсифікація джерел постачання енергоресурсів, посилення співробітництва між державами щодо транспортування та зберігання природного газу, підвищення енергоефективності, зменшення шкідливих викидів в атмосферу.

ЄС здійснює системну і послідовну політику забезпечення енергетичної безпеки, важлива роль в реалізації якої відводиться диверсифікації енергетичного ринку як визначальної складової енергетичної безпеки. ЄС активно підтримує заходи, спрямовані на заохочення диверсифікації (як видів енергії, так і джерел постачання), покращення функціонування європейських енергетичних ринків та сприяння їх транскордонній інтеграції.

Ринок природного газу ЄС займає важливе місце в структурі виробництва первинної енергії в ЄС і загальною тенденцією його розвитку, як одного з основних сегментів енергетичного ринку ЄС, є формування єдиного лібералізованого європейського газового ринку.

Диверсифікація ринку природного газу і, у першу чергу, джерел і маршрутів постачання природного газу мають першорядне значення в контексті забезпечення енергетичної безпеки ЄС.

Дослідження позитивного досвіду ЄС щодо диверсифікації ринку природного газу в контексті забезпечення енергетичної безпеки є особливо актуальним для України в науковому та практичному аспектах у зв'язку з підписанням Угоди про асоціацію між ЄС та Україною, яка відкриває нові можливості для інтеграції до європейського енергетичного ринку і забезпечення енергетичної безпеки України.

Проблеми, пов'язані з основними складовими енергетичної безпеки, визначенням місця і ролі диверсифікації в системі чинників забезпечення енергетичної безпеки є предметом дослідження таких вітчизняних та іноземних науковців як: В. Бараннік, Ф. Бауман, С. Бевз, Є. Бобров, М. Браун,

Д. Волошин, Г. де Вріс, Д. ван Вурен, І. Гайдуцький, І. Галюк, М. Гнатюк, А. Голіков, Г. Грененберг, К. Денчев, Дж. Джеуелл, Д. Джонссон, О. Дзьоба, Ю. Дзядикевич, О. Довгаль, Л. Єфімцева, В. Жовтянський, О. Закревський, І. Заремба, М. Земляний, Б. Йоханссон, О. Калініченко, О. Кириленко, Ю. Колесник, Є. Крижанівський, Б. Круйт, А. Лесюк, В. Лойко, К. Маркевич, О. Мельниченко, А. Менссон, В. Микитенко, О. Миколук, В. Омельченко, Ф. Орекчіні, Ж. Папанікос, О. Підчоса, А. Прокіп, О. Ромашко, Р. Росіцкі, В. Рубанка, А. Румянцев, В. Саприкін, В. Світлична, А. Сухоруков, Б. Совакул, Н. Стучинська, Н. Халузан, І. Хільчевська, Й. Чанг, А. Черп, І. Шведзяк-Борк, А. Шевцов, С. Якубовський, Б. Янишен та ін.

Віддаючи належне науковим доробкам вищевказаних вчених, слід зазначити, що для сучасного ринку природного газу ЄС характерним є виникнення нових потенційних ризиків та викликів, які негативним чином впливають на енергетичну безпеку. У зв'язку з цим є об'єктивною необхідність продовження наукових досліджень за даною проблематикою з метою визначення шляхів мінімізації цих ризиків на основі диверсифікації ринку природного газу ЄС як ключового інструменту забезпечення енергетичної безпеки, що й зумовило вибір теми дисертації, визначення мети і завдань дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дисертацію виконано відповідно до напрямків науково-дослідної роботи кафедри міжнародних економічних відносин факультету міжнародних економічних відносин та туристичного бізнесу Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (довідка № 4002/21 від 12.12.2017 р.):

– за темою «Трансформація міжнародних економічних відносин в епоху глобалізації» (номер державної реєстрації – 0113U001401), у рамках якої здійснено дослідження теоретико-методичних засад функціонування енергетичного ринку ЄС в контексті трансформаційних процесів розвитку світової економіки;

– за темою «Глобалізація та регіоналізація як вектори розвитку міжнародних економічних відносин» (номер державної реєстрації – 0116U001990), у рамках якої здійснено розробку науково-практичних рекомендацій щодо диверсифікації ринку природного газу ЄС з метою забезпечення енергетичної безпеки в конкретно-історичних умовах сучасного розвитку економіки ЄС.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є поглиблення теоретико-методичних засад дослідження диверсифікації ринку природного газу ЄС та обґрунтування перспективних напрямів підвищення енергетичної безпеки ЄС за рахунок диверсифікації ринку природного газу. Відповідно до мети дослідження в дисертаційній роботі поставлені і вирішені наступні завдання:

- проаналізувати концептуальні підходи до визначення енергетичної безпеки, її складових та шляхів забезпечення;
- визначити місце диверсифікації енергетичного ринку в системі чинників забезпечення енергетичної безпеки ЄС;
- узагальнити існуючі методичні підходи до аналізу диверсифікації енергетичного ринку в контексті забезпечення енергетичної безпеки;
- дослідити структуру та особливості розвитку ринку природного газу ЄС як невід’ємної складової європейського енергетичного ринку;
- виявити тенденції диверсифікації ринку природного газу ЄС в напрямку забезпечення енергетичної безпеки;
- запропонувати концептуально-методичний підхід до оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС;
- удосконалити теоретико-методичні засади дослідження диверсифікації ринку природного газу за рахунок розробки моделі диверсифікації ринку природного газу;
- обґрунтувати перспективні напрями підвищення енергетичної безпеки ЄС за рахунок диверсифікації ринку природного газу;

– визначити пріоритетні шляхи підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу України в контексті інтеграції до ринку природного газу ЄС.

Об'єктом дослідження є процеси формування та розвитку енергетичного ринку ЄС.

Предметом дослідження є особливості та тенденції диверсифікації ринку природного газу ЄС як одного з ключових сегментів енергетичного ринку в контексті забезпечення енергетичної безпеки.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань застосовано такі методи дослідження: методи систематизації та узагальнення – для визначення основних термінів і понять за темою дослідження (підрозділи 1.1, 1.2, 1.3); метод статистичного аналізу – для дослідження структури та особливостей розвитку ринку природного газу ЄС (підрозділи 2.1, 2.2); методи аналізу і синтезу – для обґрунтування концептуально-методичного підходу до оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС (підрозділ 2.3); метод математичного моделювання – при розробці та реалізації моделі диверсифікації ринку природного газу (підрозділи 3.1, 3.2); графічний і табличний методи – для побудови графічних зображень і наочної демонстрації одержаних результатів (підрозділи 2.1, 3.1, 3.2); комплексний метод Бокса – для визначення цільових показників диверсифікації ринку природного газу України (підрозділ 3.3).

Інформаційною та статистичною базами дисертаційної роботи є матеріали досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених, офіційні статистичні й аналітичні матеріали міжнародних та європейських організацій, які спеціалізуються на дослідженні енергетичних ринків (Міжнародний валютний фонд, Організація економічного співробітництва і розвитку, Міжнародне енергетичне агентство, статистичний офіс ЄС «Євростат»); нормативно-правові акти ЄС щодо енергетичної та газової галузі.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у поглибленні теоретико-методичних засад дослідження особливостей та тенденцій

диверсифікації ринку природного газу ЄС в контексті забезпечення енергетичної безпеки та обґрунтуванні перспективних напрямів підвищення енергетичної безпеки ЄС за рахунок диверсифікації ринку природного газу.

Конкретні наукові результати, що розкривають особистий внесок автора у розробку проблеми, яка досліджується, і характеризують наукову новизну роботи, полягають у наступному:

удосконалено:

– концептуально-методичний підхід до оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС на основі узагальненого індексу рівня диверсифікації ринку природного газу з використанням логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності, послідовне виконання основних етапів якого дає можливість кількісно і якісно оцінити як рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС за основними його аспектами, так і загальний рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС в цілому;

– науково-методичний інструментарій кількісної оцінки рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу з урахуванням факторів політичної стабільності та економічної доцільності, що пов'язані з державами-постачальниками природного газу, який дозволив оцінити рівень диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу;

– концептуально-стратегічні засади дослідження диверсифікації зовнішніх джерел постачання за рахунок розробки науково-методичного підходу до визначення мінімальної кількості зовнішніх джерел постачання природного газу, що є необхідною для забезпечення нормального рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання, наявність якого є основною умовою забезпечення мінімально необхідного нормального рівня безпеки постачання газу за діючим в ЄС стандартом газової інфраструктури «N-1»;

– теоретико-методичні засади дослідження диверсифікації ринку природного газу за рахунок розробки моделі диверсифікації ринку природного газу ЄС, практична реалізація якої дозволила на основі отриманих кількісних

оцінок поточного стану диверсифікації ринку природного газу визначити належні напрями підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС з метою підвищення енергетичної безпеки;

набуло подальшого розвитку:

– понятійно-категоріальний апарат дослідження авторським уточненням терміну «енергетична безпека», який, на відміну від існуючих, пропонується трактувати як інтегральну категорію, що охоплює соціальні, економічні, політичні, технологічні і екологічні фактори і характеризує стан забезпечення економіки і соціальної сфери держави енергоресурсами, за якого поточні і прогнозовані на середньострокову (довгострокову) перспективу потреби у енергії (у різноманітних формах і достатній кількості) задовольняються за стабільними та доступними цінами шляхом використання енергоресурсів з внутрішніх та зовнішніх джерел і стратегічних резервів через надійну та захищену внутрішню енергетичну інфраструктуру і диверсифіковані та стабільно доступні зовнішні джерела, не створюються загрози сталому розвитку та екологічній безпеці і впроваджені механізми мінімізації наявних і потенційних ризиків для енергетичної сфери;

– методичний підхід до оцінки загального стану диверсифікації ринку природного газу на основі авторського визначення п'яти якісних рівнів диверсифікації ринку природного газу (критичного, кризового, задовільного, нормального і високого), кожен з яких характеризується певним діапазоном значень показників диверсифікації від мінімально допустимих до максимально прийнятних значень, з використанням одиничної безрозмірної шкали вимірювання з градаціями рівня показників диверсифікації відповідно до якісних рівнів диверсифікації, граничні діапазони значень яких розраховані в пропорціях золотого перетину;

– обґрунтування пріоритетних шляхів підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу України, реалізація комплексу завдань, за якими з урахуванням визначених цільових показників рівня диверсифікації ринку природного газу України за основними внутрішніми та зовнішніми аспектами,

притаманними ринку природного газу ЄС, забезпечить задовільний загальний рівень диверсифікації вітчизняного ринку природного газу та є передумовою успішної інтеграції до ринку природного газу ЄС.

Практичне значення отриманих результатів дослідження полягає у тому, що основні теоретичні положення, висновки і практичні рекомендації щодо диверсифікації ринку природного газу ЄС можуть використовуватися для розробки програм диверсифікації ринку природного газу України з метою забезпечення енергетичної безпеки України в процесі інтеграції до ринку природного газу ЄС.

Наукові результати, викладені в дисертації, використовуються у роботі Департаменту економіки і міжнародних відносин Харківської обласної державної адміністрації при здійсненні аналітичної діяльності та плануванні державної зовнішньоекономічної політики (довідка № 05-26/205 від 16.01.2018 р.), Департаменту міжнародного співробітництва Харківської міської ради при підготовці програм міжнародного співробітництва в галузі енергетики (довідка № 1066/01-01-26 від 27.12.2017 р.) та ПАТ «Харківміськгаз» при проведенні аналітичної діяльності щодо вдосконалення політики енергетичної безпеки та плануванні заходів щодо безпеки газопостачання (довідка № 925/04-01 від 15.12.2017 р.).

Основні результати дисертації використовуються у навчальному процесі факультету міжнародних економічних відносин та туристичного бізнесу Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна при викладанні навчальних дисциплін «Світова економіка» та «Міжнародні економічні відносини» (довідка № 4002/20 від 12.12.2017 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійно виконаною науковою працею, всі наукові результати, які викладені в цьому дослідженні і виносяться на захист, отримані здобувачем особисто.

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення та наукові результати, отримані в результаті дисертаційного дослідження, доповідалися

автором і отримали схвалення на науково-практичних конференціях, таких як: IV Міжнародна науково-практична конференція «Глобальний економічний простір: детермінанти розвитку» (15 грудня 2017 року, м. Миколаїв, Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського); Міжнародна науково-практична конференція «Модернізація економіки та фінансової системи: актуальні проблеми та перспективи» (30 вересня 2017 року, м. Дніпро, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури; Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання економіки, фінансів, обліку та управління» (29 вересня 2017 року, м. Полтава, Центр фінансово-економічних досліджень); Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні наукові підходи до вдосконалення політики економічного зростання» (05 травня 2017 року; м. Ужгород, Ужгородський національний університет, Akademia Polonijna w Czestochowie); Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми та перспективи розвитку економіки в контексті євроінтеграційних процесів» (21 квітня 2017 року, м. Запоріжжя, Класичний приватний університет, Університет імені Вітаутаса Великого (Литва)); Міжнародна наукова конференція «Innovative economy: processes, strategies, technologies» (27 January, 2017, Kielce, Poland, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach); Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні питання, проблеми та перспективи регулювання міжнародних економічних відносин» (23-24 грудня 2016 року, м. Київ, Київський економічний науковий центр); Міжнародна наукова конференція «The Development of International Competitiveness: state, region, enterprise» (16 грудня 2016 року, м. Лісабон, Португалія, School of Business and Economics); Міжнародна науково-практична конференція «Сучасний стан і тенденції розвитку економіки країни» (16 грудня 2016 року, м. Запоріжжя, Класичний приватний університет, Резекненська технологічна академія, Литва); Міжнародна науково-практична конференція «Можливості та перспективи забезпечення сталого розвитку економіки України» (22 жовтня 2016 року, м. Ужгород, Ужгородський національний університет); Міжнародна науково-

практична конференція «Забезпечення стійкого економічного розвитку країни: можливості та перспективи» (21 жовтня 2016 року, м. Львів, Львівська економічна фундація); XI науково-практична конференція молодих вчених «Актуальні проблеми світового господарства і міжнародних економічних відносин» (25 березня 2016 року, м. Харків, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна).

Публікації за темою дисертації. Основні положення і результати дослідження викладені автором у 20 наукових працях, з яких: 7 статей у фахових виданнях України, 1 стаття в зарубіжному спеціалізованому науковому виданні, 12 тез доповідей у матеріалах міжнародних та українських наукових і науково-практичних конференцій. Загальний обсяг публікацій становить 9,1 д.а., з яких особисто здобувачеві належить 9,1 д.а.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 3 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та 3 додатків. Загальний обсяг тексту дисертації складає 226 сторінок, з них основного тексту 177 сторінок. Робота ілюстрована 13 таблицями та 23 рисунками. Список використаних джерел містить 171 найменування.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО РИНКУ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ

1.1 Концептуалізація енергетичної безпеки

Енергетична безпека є важливою складовою національної безпеки, а її забезпечення відноситься до першочергових завдань, враховуючи зростаючу глобальну конкуренцію за контроль над енергоресурсами [1, с. 265].

Існує велика кількість наукових праць, присвячених енергетичній безпеці, що віддзеркалює складність, важливість і нагальну необхідність врахування тих об'єктивних змін, які відбуваються у сфері економічної та енергетичної безпеки.

Останнім часом спостерігається помірне відновлення докризових обсягів енергоспоживання у світі. Це відбувається на фоні стрімкої зміни інституційної структури енергетичних ринків з переважанням концепції лібералізації, розвитку транспортної інфраструктури, переходу країн на енергозберігаючі технології, а також на фоні підвищення ролі і значення політики диверсифікації енергозабезпечення [2].

На даний час існує багато різноманітних концептуально-методичних підходів до визначення енергетичної безпеки, її складових та шляхів забезпечення, що є прямим наслідком складності та багатогранності поняття енергетичної безпеки як окремого об'єкту дослідження. При цьому відсутній єдиний концептуально-методичний підхід до визначення і оцінки енергетичної безпеки, її основних складових та компонентів. Для з'ясування сутності енергетичної безпеки розглянемо та проаналізуємо існуючі підходи міжнародних організацій, окремих країн та дослідників до визначення енергетичної безпеки, її основних складових та шляхів забезпечення.

У широкому розумінні поняття енергетичної безпеки охоплює чимало багатокomпонентних складових, пов'язаних між собою численними багатofункціональними зв'язками, включаючи економічні, політичні, соціальні та екологічні аспекти, що значною мірою ускладнює її виокремлення як окремої складової від економічної та національної безпеки [3; 4, с. 9-12].

Міжнародне енергетичне агентство (МЕА), центральною місією якого з моменту його створення є забезпечення енергетичної безпеки, одним з основних напрямів діяльності має забезпечення спроможності колективно реагувати у разі суттєвого порушення постачання нафти за допомогою короткострокових заходів реагування на надзвичайні ситуації в енергетиці. Довгостроковий аспект енергетичної безпеки також включений до цілей заснування МЕА, який передбачає заохочення використання альтернативних джерел енергії для зменшення залежності від імпорту нафти. МЕА працює над покращенням енергетичної безпеки у довгостроковій перспективі, просуваючи енергетичну політику, яка заохочує диверсифікацію як видів енергії, так і джерел її постачання, а також сприяє більш ефективному функціонуванню та інтеграції енергетичних ринків.

МЕА визначає енергетичну безпеку як безперерйну наявність (доступність) джерел енергії за прийнятною ціною. При цьому наголошується, що енергетична безпека має багато вимірів (аспектів). Зокрема, МЕА констатує, що енергетична безпека у довгостроковому вимірі в основному стосується своєчасних інвестицій, спрямованих на постачання енергії для забезпечення економічного розвитку та вирішення екологічних проблем, пов'язаних з енергетикою, а енергетична безпека у короткостроковому вимірі зосереджується на забезпеченні здатності енергетичних систем оперативно реагувати на раптові зміни в балансі між попитом та пропозицією енергоресурсів. Отже, відсутність енергетичної безпеки пов'язана з негативними наслідками фізичної недоступності енергії або цінами, які є неприйнятними або надмірно волатильними [5].

Щодо фізичної недоступності постачання енергоресурсів, цей випадок більш поширений на енергетичних ринках, де системи транспортування енергії або енергоресурсів мають знаходитись у постійній рівновазі, наприклад, на ринках електроенергії та, частково, на ринках природного газу. Найчастіше це трапляється у випадках, коли наявні можливості є обмеженими або ціни не можуть виконувати функцію механізму коригування для збалансування пропозиції та попиту в короткостроковій перспективі [5].

В цілому за визначенням МЕА можна виділити наступні основні складові енергетичної безпеки (рис. 1.1) [5]:

- прийнятне / конкурентоспроможне постачання енергоресурсів (за ціновим фактором);
- надійне / безперебійне постачання енергоресурсів (за станом енергетичної інфраструктури);
- доступне / наявне постачання енергоресурсів (за фізичною доступністю енергоресурсів).

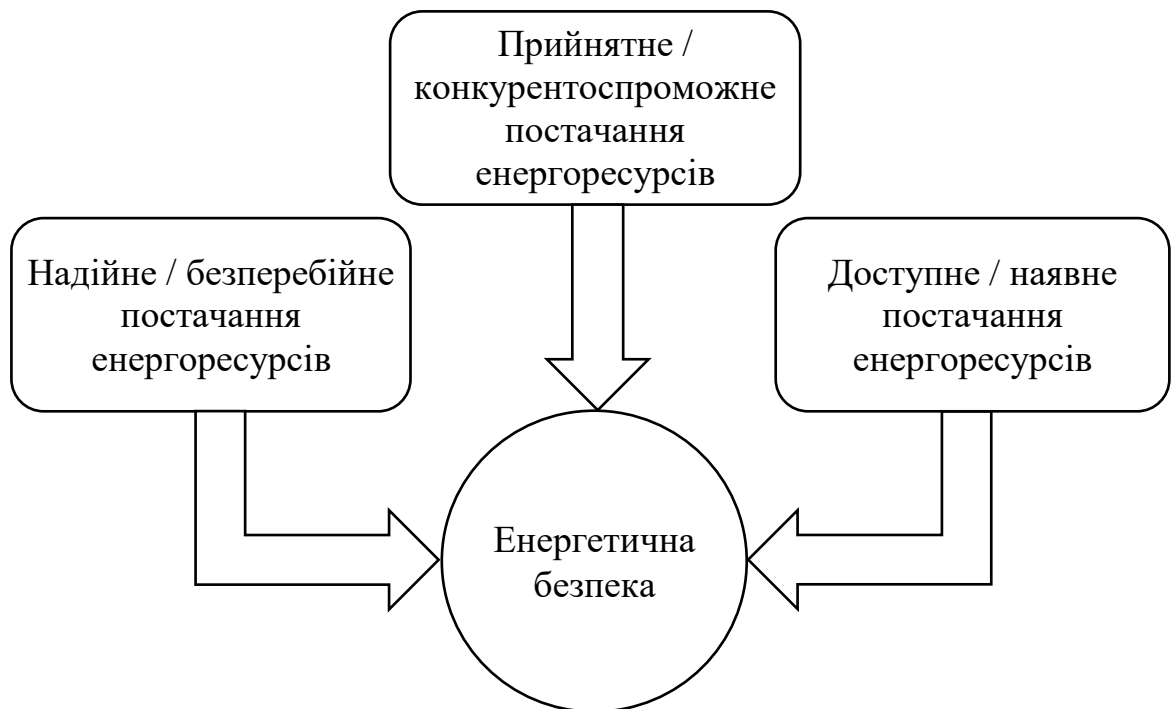


Рис. 1.1. Основні складові енергетичної безпеки [5]

В документах Програми розвитку ООН енергетична безпека характеризується як постійна наявність енергії у різноманітних формах, в достатній кількості та за прийнятними цінами [6].

За визначенням Світового банку, основними напрямками забезпечення енергетичної безпеки є підвищення енергоефективності, диверсифікація постачання енергоресурсів і запобігання коливань цін на енергоресурси у короткостроковій перспективі. При цьому підкреслюється, що диверсифікація енергетичного портфеля є засобом зменшення ризиків енергетичної безпеки окремих країн та світових ринків, а диверсифікація постачань енергоресурсів має бути постійним природним процесом, притаманним галузі споживання та виробництва країн, які поступово диверсифікують структуру споживання енергоресурсів та їх постачальників / замовників [7].

Організація економічного співробітництва та розвитку, не розкриваючи власного визначення енергетичної безпеки, вказує лише на фактори ризику, які мають бути покладені в основу будь-якого визначення енергетичної безпеки. Основними джерелами ризику вважається припинення постачання енергії або енергоресурсів (як у виробництві, так і в процесі транспортування або зберігання) [8].

Керівна рада Всесвітнього економічного форуму, характеризуючи нову парадигму енергетичної безпеки, вказує, що протягом останніх десятиріч традиційні елементи енергетичної безпеки (джерела постачання енергоресурсів, центри попиту на енергоресурси, геополітичні аспекти і ринкові структури) зазнали суттєвих змін. Енергетична безпека відповідає терміну, який охоплює багато питань, пов'язаних з енергією, економічним зростанням та політикою. Існуючі визначення енергетичної безпеки варіюється залежно від позиції в ланцюжку створення доданої вартості. Споживачам та енергоємним галузям потрібна енергія за розумною ціною та безперервне постачання. Країни, які видобувають нафту і природний газ, розглядають енергетичну безпеку крізь призму забезпечення попиту і доходів. Нафтогазові компанії розглядають доступ до нових запасів, здатність

розвивати нову інфраструктуру та стабільні інвестиційні режими як чинники забезпечення енергетичної безпеки. Країни, що розвиваються, турбуються про цінову доступність енергоресурсів. Енергетичні компанії зацікавлені у цілісності енергетичних мереж. Політичні організації зосереджують увагу на ризиках, пов'язаних зі збоями у постачанні та проблемами з безпекою енергетичної інфраструктури внаслідок терористичних актів, війн та стихійних лих. Розглядаючи весь ланцюжок створення доданої вартості, можна сказати, що ціни на енергоресурси та диверсифікація їх постачання є найважливішими компонентами енергетичної безпеки [9; 10, с. 51-65].

Всесвітній економічний форум зазначає наступні основні принципи, що стосуються як виробників, так і споживачів енергоресурсів, які можуть допомогти вирішити проблеми із забезпеченням енергетичної безпеки:

- диверсифікація джерел енергопостачання є найважливішою відправною точкою забезпечення енергетичної безпеки;
- наявність запасу безпеки, який характеризується наявністю резервних потужностей і запасів енергоресурсів на випадок аварійних ситуацій та резервуванням критичної інфраструктури;
- опора на гнучкі ринкові механізми та уникання неринкових заходів, що полегшує швидку адаптацію до ринкових змін;
- заохочення відносин між постачальниками та споживачами енергоресурсів з урахуванням їх взаємної взаємозалежності;
- створення проактивної структури фізичної безпеки, яка охоплює як виробників, так і споживачів енергоресурсів;
- регулярне інвестування в нові технології в енергетиці;
- проведення досліджень, здійснення розробок та інновацій для забезпечення довгострокового енергетичного балансу.

Всесвітня енергетична рада констатує, що безпечна енергетика має вирішальне значення для стимулювання економічного зростання, енергія має бути наявною і доступною для всіх верств суспільства, а також повинна зменшувати вплив виробництва та використання енергії на навколишнє

середовище з метою боротьби з кліматичними змінами та підтримання належної якості повітря та води. Енергетична безпека визначається як складова загального індексу енергетичної стійкості, до якого також входять такі складові як справедливий розподіл енергетичних ресурсів та екологічна стійкість. Цей індекс дозволяє оцінити наскільки добре балануються ці три цілі забезпечення енергетичної стійкості, які, за своєю суттю, дуже часто є суперечливими [11, с. 7-9].

Справедливий розподіл енергетичних ресурсів характеризується наявністю та доступністю енергопостачання для населення. Екологічна стійкість полягає у досягненні енергоефективності попиту та пропозиції, а також у розвитку енергопостачання за рахунок відновлювальних та інших джерел енергії з низьким рівнем викидів вуглецю. Під енергетичною безпекою як одним з вимірів енергетичної стійкості розуміється ефективне управління постачанням первинної енергії з внутрішніх та зовнішніх джерел, надійність енергетичної інфраструктури та здатність постачальників енергії задовольняти поточний та майбутній попит [11, с. 7-9].

У доповіді про стан енергетичної безпеки в Євроатлантичному регіоні, підготованої для Парламентської асамблеї НАТО, енергетична безпека визначається доступністю достатнього обсягу енергоресурсів для розвитку країни, а стан енергетичної безпеки вважається задовільним, якщо постачання енергоресурсів є диверсифікованим, виробники енергії володіють резервними потужностями для запобігання енергетичним кризам, потужності з переробки та транспортування енергоресурсів є захищеними від негативного фізичного впливу, здійснюються інвестиції у наукові дослідження в галузі енергетики, існує стабільність та прозорість на міжнародних ринках нафти і газу [12].

На трактування енергетичної безпеки впливає національна специфіка та існуючі підходи з точки зору забезпечення національних інтересів.

У США енергетична безпека, як правило, трактується як наявність достатніх запасів енергоресурсів за доступними цінами, захист постачальників енергоресурсів та захист судноплавних маршрутів від піратства, збереження

стратегічних запасів нафти та мінімізація фізичних загроз для енергетичної інфраструктури. Китай розглядає енергетичну безпеку як здатність швидко адаптуватися до нової залежності від світових ринків. Ключовими рисами підходу Китаю до енергетичної безпеки є купівля пакетів акцій на іноземних нафтових родовищах, військовий захист вразливих судноплавних маршрутів і боротьба за енергетичні ресурси. Японія трактує енергетичну безпеку як компенсацію дефіциту внутрішніх ресурсів шляхом диверсифікації, торгівлі та інвестицій, а також як вибіркочу взаємодію з сусідніми азіатськими країнами з метою спільного розвитку енергетичних ресурсів. Саудівська Аравія трактує енергетичну безпеку як забезпечення збереження попиту на експорт нафти і природного газу, тоді як Австралія намагається підтримувати високий попит на експорт урану, природного газу та вугілля [13-16].

Стратегія національної безпеки Великої Британії серед основних ризиків визначає, зокрема, перебої постачання нафти та газу і цінову нестабільність, які виникли внаслідок війни, аварії, дії політичних чинників або маніпуляцій постачальників. Під системою енергетичної безпеки Великої Британії розуміється система, яка здатна задовольнити потреби людей та організацій у наданні енергетичних послуг, таких як опалення, освітлення, електропостачання та транспортування, надійним і доступним способом як зараз, так і в майбутньому. А безпосередньо енергетична безпека полягає в тому, щоб забезпечити доступ до потрібних енергетичних послуг (фізична безпека) за цінами, які не є надмірно нестабільними (цінова безпека) [17; 18].

У Національній стратегії енергетичної безпеки Іспанії сформульовано визначення енергетичної безпеки, під якою розуміється діяльність держави, спрямована на гарантування стабільності постачання енергоресурсів у економічно та екологічно сталий спосіб шляхом здійснення зовнішніх закупівель та використовуючи власні ресурси, дотримуючись при цьому міжнародних зобов'язань. А основним завданням у сфері енергетичної безпеки Іспанії є диверсифікація джерел енергії, гарантування безпеки

транспортування та постачання енергоресурсів, а також підтримка енергоефективності і зменшення негативного впливу на довкілля [17; 19].

Розглядаючи концептуальні підходи ЄС до визначення енергетичної безпеки та її складових, треба відзначити, що енергетична безпека є наріжним каменем Європейської енергетичної стратегії, фундаментальними цілями якої є безпека постачання енергоресурсів, стабільність та конкурентоспроможність. У цьому контексті безпека постачання енергоресурсів розглядається як найбільш важливий аспект, тому що це пов'язано з глибокою взаємозалежністю між ринками та економікою, яка часто ґрунтується на політичних або геополітичних міркуваннях. В ЄС безпеку постачання визначають як стан забезпечення енергоресурсами, за якого основні майбутні енергетичні потреби мають бути задоволені завдяки спільному використанню внутрішніх енергетичних ресурсів та стратегічних резервів у прийнятних економічних умовах та з використанням диверсифікованих та стабільно доступних зовнішніх джерел енергоресурсів [20; 21].

Таким чином, в ЄС відправною точкою розуміння поняття енергетичної безпеки є забезпечення безпеки ланцюжка постачання енергоресурсів. Проблема забезпечення енергопостачання перш за все пов'язується з можливістю задоволення попиту держав-членів ЄС на енергію та енергоресурси. Тобто центральне місце у визначенні енергетичної безпеки займає саме безпека постачання енергії (енергоресурсів).

У Енергетичній стратегії України до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» як напрям підвищення енергетичної безпеки передбачена диверсифікація джерел і шляхів постачання енергоресурсів з необхідністю отримувати з одного джерела не більше 30% енергетичних ресурсів від загального обсягу (крім ядерного палива) [22].

Визначенню енергетичної безпеки та її основних складових присвячені наукові роботи багатьох іноземних та вітчизняних авторів. При цьому подекуди висловлюється думка про неможливість формування загального визначення енергетичної безпеки. Проте не всі фахівці згодні з такою

позицією. Наявність різних визначень енергетичної безпеки не обов'язково повинна обумовлювати існування різних концепцій енергетичної безпеки, а відмінності у трактуванні енергетичної безпеки віддзеркалюють особливості пріоритетів енергетичної безпеки та політики різних країн світу [23].

Н. Халузан вважає, що найкраще визначення енергетичної безпеки відповідає терміну, який означає наявність (доступність) природних ресурсів для споживання енергії протягом певного проміжку часу. При цьому певний проміжок часу (в основному короткостроковий або довгостроковий, рідше – середньостроковий) визначає особливості оцінки (прогнозування) енергетичної безпеки за часовим горизонтом, тобто в короткостроковій, середньостроковій або довгостроковій перспективі [24].

Грунтовне визначення поняття енергетичної безпеки та її складових здійснено Б. Совакулом, який на основі аналізу широкого кола існуючої академічної літератури з проблем енергетичної безпеки робить висновок про те, що енергетична безпека характеризується наступними компонентами (складовими): наявністю енергоресурсів, доступністю енергоресурсів, ефективністю використання енергоресурсів та екологічною безпекою [13].

Щодо енергетичної безпеки з точки зору наявності енергоресурсів, класична концепція енергетичної безпеки розглядає супутню безпеку (надійність) та диверсифікацію джерел енергоресурсів і енергетичних послуг. Значна більшість розглянутої академічної літератури відзначає важливість наявності енергоресурсів, яка сприяє підвищенню рівня незалежності та диверсифікації. Забезпечення наявності енергоресурсів передбачає достатнє та безперебійне постачання та мінімізацію залежності від іноземних енергоресурсів. Супутніми аспектами наявності енергоресурсів є диверсифікація та запобігання фізичному пошкодженню критичної енергетичної інфраструктури (електростанцій, трубопроводів, розподільчих мереж), з тим, щоб послуги, що надаються, були безперебійними [25; 26].

Щодо енергетичної безпеки з точки зору доступності енергоресурсів, другий компонент енергетичної безпеки поширюється за межі компонента

наявності енергоресурсів, включаючи базову доступність енергоресурсів та справедливий (рівний) доступ до енергетичних послуг [27].

Енергетичне паливо та послуги мають бути не тільки доступними, але й мають бути стабільними їхні ціни. Коли ціни на енергоресурси коливаються у широкому діапазоні, постачальникам енергоресурсів важко планувати розумні інвестиції. Наприклад, значні коливання цін на природний газ, що спостерігалися у США на початку 2000-х років, призвели до того, що заводи, які працюють на природному газі, стали занадто дорогими у експлуатації, що призвело до значного збільшення цін на електроенергію [28].

У той же час доступність енергоресурсів як компонент енергетичної безпеки може суперечити іншим компонентам енергетичної безпеки. Наприклад, контроль за цінами на енергоресурси в країнах, що розвиваються, призвів до штучно низьких цін, що стало перешкоджати інвестиціям у енергоефективні та екологічно чисті енергетичні технології [29].

Щодо енергетичної безпеки з точки зору енергетичної та економічної ефективності, третій компонент енергетичної безпеки – енергетична ефективність – стосується енергоефективності, більш раціонального використання енергоресурсів та енергії, розширення масштабів використання більш ефективного обладнання. Ефективність використання енергії дозволяє найбільш раціонально в економічному сенсі використовувати енергію для виконання певних виробничих завдань шляхом мінімізації енергетичних ресурсів, потрібних для випуску одиниці продукції. Ефективність використання енергії може включати заміщення енергоресурсів та палива або надання переваги товарам та послугам, які потребують менше енергії [30]

Щодо енергетичної безпеки з точки зору екологічної безпеки, останній компонент енергетичної безпеки – екологічна безпека – стосується захисту навколишнього середовища як запоруки сталого розвитку. В цьому контексті екологічна безпека має забезпечити баланс між поточним споживанням енергоресурсів і дотриманням екологічних вимог.

Б. Совакул також наголошує на необхідності забезпечення всіх чотирьох компонентів енергетичної безпеки (наявності, доступності, ефективності та екологічної безпеки) у комплексі. Захист транспортних маршрутів нафтових танкерів забезпечує постачання, задовольняючи критерій щодо доступності, але відводить увагу та ресурси від реалізації альтернатив на нафту, не задовольняючи критерію щодо екології. Зростання енергетичних культур для виробництва біопалива та зменшення нафтової залежності у транспортному секторі негативно впливає на навколишнє середовище через широке використання добрив, руйнівних методів ведення сільського господарства та заміни біологічно різноманітних екосистем на монокультури. Створення стратегічних резервів нафти та газу слугує буфером проти шоків цін на енергоресурси, але призводить до централізації локації сховищ енергоресурсів, створюючи додаткові ризики щодо навмисного порушення їх функціонування [13].

Ф. Бауман зазначає, що енергетична безпека – це більше, ніж просто забезпечення стійкості, конкурентоспроможності або безпеки постачання. Енергетична безпека є багатовимірним поняттям, яке включає зовнішні та внутрішні фактори. Визначається чотири різних, але водночас значною мірою співпадаючих аспекти енергетичної політики: внутрішня політика, економіка, геополітика і політика безпеки. При цьому економічні, політичні та безпекові заходи повинні застосовуватися в комплексі з метою створення ефекту суттєвої синергії. Таким чином, успішним може бути тільки комплексний підхід, який поєднує в собі всі аспекти енергетичної безпеки [31].

Безпечне, надійне та доступне постачання енергії є стратегічною метою багатьох країн світу. Проте, енергетична безпека не є єдиною метою, яка визначається стратегічним планом розвитку країни. Конкурентоспроможність економіки та екологічна стійкість також є стратегічними цілями, які можуть бути несумісними з метою максимізації енергетичної безпеки. А сама енергетична безпека є багатовимірною концепцією і її визначення залежить

від пріоритетів та особливих обставин кожної країни. Енергетична безпека також не є статичною концепцією і змінюється з часом [32].

Ж. Папанікосом виявлено 83 різноманітних визначення енергетичної безпеки і встановлено, що загального консенсусу щодо підходів до визначення цього важливого поняття немає. Але також встановлено, що існуючі аспекти енергетичної безпеки можна об'єднати у наступні сім основних тематичних концепцій визначення енергетичної безпеки: наявність енергії, інфраструктура, ціни на енергоресурси, соціальні ефекти, навколишнє середовище, регулювання енергетичного ринку і енергоефективність [32].

Зазначено, що переважна більшість визначень енергетичної безпеки (99%) ототожнюють енергетичну безпеку з наявністю енергії, яка сама по собі також є багатовимірним поняттям, яке може включати такі складові як [32]:

- диверсифікація імпортерів (постачальників) енергії (енергоресурсів);
- просторова диверсифікація розподілу енергії всередині країни, що включає диверсифіковану генерацію поновлюваних ресурсів;
- диверсифікація видів енергоресурсів, включаючи відновлювані та невідновлювані енергоресурси;
- диверсифікація транспортних маршрутів (трубопроводів).

Й. Чанг визначає концепцію енергетичної безпеки як адекватне і надійне постачання енергоресурсів за розумними цінами та підкреслює, що енергетична безпека має розглядатися не тільки з точки зору безпеки постачання, але й з точки зору соціальних і екологічних аспектів [33].

А. Черп зазначає, що концепція енергетичної безпеки побудована на твердженні про те, що вона складається з наявності, фізичної і цінової доступності та прийнятності енергоресурсів. При цьому енергетична безпека як явище характеризується вразливістю життєво важливих енергетичних систем. Таке визначення зумовлює необхідність дослідження ризиків енергетичних систем та їх стійкості, а також поняття самих енергетичних систем [34].

К. Стрінгер вважає, що енергетична політика в широкому сенсі може бути розглянута лише як узагальнюючий термін, що охоплює різноманітні проблеми, пов'язані з енергією, економічним зростанням і політикою. А енергетична безпека країни має характеризуватися [35]:

- наявністю енергії, яка необхідна для стабільного економічного та соціального розвитку;
- відсутністю переривань енергопостачання;
- доступністю цін на енергоресурси.

В. Жовтянський вказує визначення енергетичної безпеки, які у загальному вигляді використовуються найбільш часто [36]:

- енергетична безпека – це впевненість в тому, що енергія буде у наявності у тій кількості та якості, які потрібні за даних економічних умов;
- енергетична безпека – це стан захищеності життєво важливих енергетичних інтересів особи, суспільства і держави від внутрішніх та зовнішніх загроз;
- енергетична безпека – це стан захищеності країни, її громадян, суспільства та економіки від загрози дефіциту щодо забезпечення потреб в енергії економічно доступними енергетичними ресурсами прийнятної якості за нормальних і надзвичайних обставин, а також від загрози порушення стабільності та безперервності енергопостачання;
- енергетична безпека – це своєчасне, достатнє та безперервне забезпечення енергоресурсами та енергією потрібної якості промислового виробництва, невиробничої сфери, населення, комунально-побутових та інших споживачів при мінімізації шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Л. Єфімцева у своєму дослідженні підкреслює, що енергетична безпека будь-якої держави спрямована на досягнення стану безперервного забезпечення енергетичними ресурсами економіки, на захист національних інтересів у сфері енергетики. Держава вважається енергетично забезпеченою,

коли вона в змозі забезпечити у необхідному обсязі споживачів як у повсякденному житті, так і під час форс-мажорних обставин [37].

В. Лойко енергетичну безпеку, як одну із найважливіших функціональних складових економічної безпеки, ототожнює зі станом захищеності національних інтересів в енергетичній сфері від загроз енергетичного характеру, станом забезпечення економіки енергетичними ресурсами або забезпеченістю економіки паливно-енергетичними ресурсами. Підкреслюється, що існуючі підходи до визначення терміну «енергетична безпека» ґрунтуються на різних її аспектах, що утруднює дослідження енергетичної безпеки з економічної точки зору, і вважається доцільним визначити енергетичну безпеку як стан захищеності держави або регіону в енергетичній сфері від наявних і потенційних загроз внутрішнього та зовнішнього характеру шляхом диверсифікації джерел постачання енергоресурсів, забезпечення безпеки енергетичної інфраструктури, впровадження нових технологій для зниження залежності від імпорту енергоресурсів за рахунок розвитку нетрадиційної енергетики [38].

С. Бевз під енергетичною безпекою країни розуміє такий стан її паливно-енергетичного комплексу, за якого не створюються загрози сталому розвитку суспільства, вітчизняній економіці і державі в процесі його функціонування та їх спроможність протистояти наявним або очікуваним загрозам, які провокуються негативним впливом внутрішніх і зовнішніх чинників, а також не створюючи загрози екологічній безпеці країни [39, с. 10-21].

І. Заремба зазначає, що загрозами високого ступеня небезпеки в економічній сфері є критичне звуження можливостей задоволення потреб держави в енергетичних ресурсах, втрата можливостей адаптації економічної системи до скорочення запасів і подорожчання цих ресурсів, відсутність надійної диверсифікації зовнішніх джерел постачання. І саме тому однією з найважливіших складових економічної безпеки держави є енергетична безпека держави, яка визначається її спроможністю гарантовано забезпечувати свої поточні і перспективні потреби у якісній та економічно

доступній енергії з урахуванням ймовірності особливих режимів функціонування економіки у надзвичайних ситуаціях. Підкреслюється, що основою енергетичної безпеки є сталий розвиток власного паливно-енергетичного комплексу, диверсифікація джерел і шляхів імпорту енергоресурсів, а також ефективне використання енергії на основі широкого застосування енергозберігаючих, екологічно безпечних технологій у виробництві та побуті [40].

Є. Крижанівський поняття національної енергетичної безпеки доповнює такою складовою як здатність держави попереджати різкі коливання цін на паливно-енергетичні ресурси та створювати умови для безболісної адаптації національної економіки до зростання цін на них [41, с. 10-21].

А. Прокіп, беручи до уваги різноманіття підходів до розуміння енергетичної безпеки та чинників, які її визначають, поняття національної енергетичної безпеки трактує у вузькому розумінні як незагрозливий рівень залежності країни від зовнішніх постачальників енергоресурсів, який забезпечує функціонування національної економіки та її енергетичного сектору від можливості зовнішнього політичного тиску. У такому сенсі під енергетичним забезпеченням розуміється комплекс заходів із диверсифікації джерел енергопостачання, використання резервів внутрішнього енергозабезпечення та дій, покликаних знижувати тиск інших країн на прийняття рішень у сфері національної енергетики [4, с. 9-12].

В. Бараннік вважає, що основними складовими енергетичної безпеки є енергозабезпечення, енергетична незалежність, екологічна прийнятність та соціальна стабільність. У цьому сенсі під енергетичною незалежністю розуміється рівень самостійності керівництва держави у формуванні і здійсненні політики захисту національних інтересів. При цьому поняття енергозабезпеченості є досить містким, оскільки в загальному випадку розуміє під собою рівень забезпеченості країни власними енергоресурсами, структуру постачань енергоресурсів у країну, їх надійність і диверсифікованість, забезпеченість енергоресурсами промисловості та населення, а надмірна

залежність від імпорту енергоресурсів та недиверсифікованість джерел постачання вважаються потенційними загрозами національній безпеці. Підкреслюється, що одним з основних завдань забезпечення енергетичної безпеки, яке значною мірою стосується необхідності забезпечення функціональної та географічної диверсифікації енергоресурсів, і одним з основних напрямів гарантування енергетичної безпеки є саме диверсифікація джерел зовнішнього постачання [42; 43].

М. Земляний енергетичну безпеку розглядає під призмою ризиків та загроз, включаючи економічні, екологічні, політичні, соціальні, технологічні та інші чинники, які впливають на рівень енергетичної безпеки. Під національною енергетичною безпекою розуміється стан захищеності країни від загроз, за якого забезпечено: обґрунтоване, достатнє, надійне та технічно безпечне постачання енергоресурсів; унеможливлення суттєвого внутрішнього і зовнішнього тиску на керівництво держави; прийнятний рівень шкідливого впливу на довкілля від виробництва й використання енергії; відсутність соціального напруження в суспільстві. Процес забезпечення енергетичної безпеки розглядається як комплекс заходів з доведення дестабілізаційних чинників до нормативного рівня, що охоплює зниження рівня залежності від постачальників енергоресурсів шляхом використання внутрішніх резервів і диверсифікації імпорту, формування стратегічних енергетичних запасів, зниження енергомісткості продукції, зведення забруднення природного довкілля до прийнятного рівня, вирішення соціальних задач під час планування та розвитку національної енергетики [3].

О. Мельниченко на основі змістовного аналізу існуючих трактувань енергетичної безпеки, підкреслює, що на увагу заслуговують ті з визначень енергетичної безпеки, які відрізняються лаконічністю та змістовністю, а саме: забезпечення безперебійного доступу до енергетичних ресурсів за доступною ціною; впевненість у тому, що енергія буде в наявності в тій кількості та якості, які вимагаються за даними економічних умов; стан захищеності держави від загроз енергетичного характеру; захищеність громадян і країни в цілому від

загроз дефіциту всіх видів енергетичних ресурсів; надійне і безперервне забезпечення споживачів електричною і паливною енергією; стан захищеності галузей національного господарства, який запобігає виникненню загроз щодо надійного забезпечення паливно-енергетичними ресурсами [44].

К. Денчев вказує, що економічна безпека країн-імпортерів енергоресурсів – це передусім забезпечення надійності їх енергопостачання, диверсифікація джерел постачання, забезпечення безпеки енергетичної інфраструктури, впровадження нових технологій для зниження залежності від імпорту енергоресурсів. Для країн-експортерів економічна безпека – це закріплення на стратегічних ринках за економічно вигідними цінами, забезпечення інвестицій в інфраструктуру та розробку ресурсів [45].

Ю. Дзядичевич відзначає, що на сьогоднішній день відсутній єдиний підхід до визначення енергетичної безпеки, а сам термін «енергетична безпека» визначається як спроможність держави забезпечити максимально надійне, технічно безпечне, екологічно прийнятне та обґрунтоване енергозабезпечення економіки й населення, а також формування та здійснення державної політики захисту національних інтересів у сфері енергетики без надмірного зовнішнього та внутрішнього тиску в сучасних і прогнозованих умовах. Зменшення зовнішньої залежності ґрунтується на забезпеченні надійного імпорту енергоресурсів за доступними цінами та на довгостроковій основі, а одним з головних напрямів зменшення енергетичної залежності залишається диверсифікація джерел і шляхів постачання енергоресурсів [46].

Виснаженість запасів традиційних видів палива, а також значні цінові коливання змушують країни-імпортери диверсифікувати джерела постачання енергоресурсів, що зумовлює підсилення конкуренції між експортерами енергоресурсів. Поява політичної складової змушує створювати відповідні механізми захисту власних інтересів [2; 47].

Підсумовуючи аналіз визначень терміну «енергетична безпека», можна сказати, що існує багато різноманітних підходів до трактування енергетичної безпеки, які використовуються міжнародними організаціями, окремими

країнами та науковцями. Ці підходи відрізняються внаслідок існуючих інституційних та особистих концепцій, національної специфіки та національних інтересів. Поняття енергетичної безпеки охоплює безліч багатофакторних складових, які пов'язані між собою численними багатофункціональними зв'язками, включаючи економічні, політичні, соціальні та екологічні аспекти.

Загалом енергетична безпека може розглядатися в одноаспектному вимірі, який значною мірою базується на безпеці постачання енергоресурсів (наявності енергоресурсів), або у багатоаспектному вимірі, який, крім безпеки постачання енергоресурсів, враховує низку інших важливих взаємопов'язаних аспектів енергетичної безпеки, насамперед таких як доступність енергоресурсів, енергоефективність та екологічна безпека, які також є багатоаспектними. Незважаючи на безліч розбіжностей у підходах до визначення енергетичної безпеки, ключова роль завжди безпосередньо або опосередковано належить забезпеченню наявності різних форм енергії (видів енергоресурсів) у кількості, яка є достатньою для покриття існуючого попиту.

На думку автора, енергетична безпека держави – це інтегральна категорія, що охоплює соціальні, економічні, політичні, технологічні і екологічні фактори (аспекти) і характеризує стан забезпечення економіки і соціальної сфери держави енергоресурсами, за якого основні поточні і прогнозовані на середньострокову (довгострокову) перспективу потреби у енергії (у різноманітних формах і достатній кількості) задовольняються за стабільними та доступними цінами шляхом використання енергоресурсів з внутрішніх та зовнішніх джерел і стратегічних резервів через надійну та захищену внутрішню енергетичну інфраструктуру і диверсифіковані та стабільно доступні зовнішні джерела постачання енергоресурсів, не створюються загрози сталому (економічному і соціальному) розвитку та екологічній безпеці і впроваджені механізми мінімізації наявних і потенційних ризиків для енергетичної сфери, які можуть виникнути внаслідок негативного впливу внутрішніх або зовнішніх чинників.

1.2 Диверсифікація енергетичного ринку в системі чинників забезпечення енергетичної безпеки ЄС

Диверсифікація є широкою концепцією, яка передбачає рівномірний розподіл ризиків з метою зменшення їх негативного потенційного впливу. Диверсифікація може стосуватися типів енергоресурсів, джерел походження енергоресурсів, видів енергетичних технологій. Вважається, що диверсифікація постачання енергії за видами та походженням забезпечує більш високий рівень енергетичної безпеки. Проте сама по собі диверсифікація не призводить до позитивного впливу на енергетичну безпеку, якщо вона стосується використання додаткових менш надійних джерел енергії [48, с. 65-67; 49].

Для з'ясування місця і ролі диверсифікації енергетичного ринку в системі забезпечення енергетичної безпеки ЄС розглянемо основні концептуальні підходи ЄС до визначення енергетичної безпеки та її основних складових.

Енергетична політика завжди мала і має на даний час визначальний характер для будь-якої країни внаслідок того, що саме шляхом її реалізації створюються умови, необхідні для забезпечення функціонування будь-якої галузі промисловості. Останнім часом спостерігається помітна активізація зусиль держав-членів ЄС з розробки і реалізації єдиної енергетичної політики, зокрема значна увага приділяється реалізації політики диверсифікації енергетичного ринку.

Традиційно енергетична безпека в ЄС пов'язувалася із забезпеченням доступу до постачання нафти та викопного палива. Проте згодом проблема забезпечення енергетичної безпеки стала розглядатися в більш широкому сенсі з урахуванням багатьох нових аспектів і факторів, які потенційно могли впливати на рівень енергетичної безпеки. Цей більш широкий підхід охоплює питання попиту та пропозиції, безпеки постачання, доступності енергоресурсів, геополітичні безпекові міркування, фактори політичних та економічних ризиків, а також технологічні фактори і фактори навколишнього

середовища. Проте, концепція енергетичної безпеки не може повністю покривати всі можливі ризики та вразливості, хоча вона повинна забезпечити основу для їх ідентифікації, вимірювання та управління. Сучасні дослідження енергетичної безпеки ґрунтуються на ідентифікації та вивченні зв'язків між енергетичними системами та важливими соціальними цінностями і енергетична безпека визначається як частина загальноприйнятої концепції національної (економічної) безпеки [20; 34; 50; 51].

Енергетична безпека визначається як здатність енергетичних галузей надавати відповідні послуги за розумною ціною на конкурентному, повністю лібералізованому загальноєвропейському енергетичному ринку [52].

Щодо енергетичної безпеки з точки зору наявності енергоресурсів, концепція енергетичної безпеки враховує супутню безпеку (надійність) та диверсифікацію джерел енергоресурсів і енергетичних послуг. Значна більшість академічної літератури відзначає важливість наявності енергоресурсів, яка сприяє підвищенню рівня незалежності та диверсифікації енергопостачання. Забезпечення наявності енергоресурсів передбачає достатнє та безперебійне постачання та мінімізацію залежності від енергоресурсів іноземного походження. Супутніми аспектами наявності енергоресурсів є диверсифікація енергопостачання та запобігання фізичному пошкодженню критичної енергетичної інфраструктури (електростанцій, трубопроводів, розподільчих мереж), з тим, щоб послуги, що надаються, були безперебійними [13; 25; 26; 34].

При цьому у загальному вигляді диверсифікація охоплює три основні аспекти [13; 32]:

- диверсифікацію джерел постачання енергії (енергоресурсів);
- диверсифікацію постачальників енергоресурсів;
- диверсифікацію локацій окремих енергетичних об'єктів за просторовим (географічним, територіальним) принципом.

Диверсифікація джерел енергії вимагає використання комбінації різних джерел енергії, видів енергоресурсів, паливних циклів (спираючись не тільки

на ядерну енергію або природний газ, а й на інші види енергоресурсів, такі як вугілля, нафта, вітер, біомаса, геотермальні джерела енергії тощо).

Диверсифікація постачальників енергоресурсів передбачає використання декількох точок виробництва енергії, з тим щоб одна компанія чи постачальник енергоресурсів не могли повністю контролювати енергетичний ринок.

Просторова (географічна, територіальна) диверсифікація передбачає просторовий розподіл локацій окремих енергетичних об'єктів таким чином, щоб їх функціонування не могло бути порушено / дестабілізовано внаслідок однієї події, несправності або збою.

Забезпечення різноманіття джерел постачання енергоресурсів шляхом інвестування в безліч альтернативних варіантів слугує інтересам як споживачів, так і виробників, внаслідок того, що це гарантує незалежність ланцюжка постачання енергії від будь-якого окремого джерела енергії.

Географічний розподіл локацій окремих енергетичних об'єктів не тільки підвищує їх загальну безпеку та надійність функціонування, але й робить всю мережу дистрибуції енергії більш безпечною та стійкою до випадкових збоїв та відмов енергетичних систем або навмисних дій. Географічна диверсифікація сприяє створенню кількох умовних цілей, які не можуть бути порушені одночасно, і, таким чином, запобігає можливості загального колапсу енергетичної системи [13].

Диверсифікація джерел і шляхів постачання енергоресурсів є визначальним чинником забезпечення енергетичної безпеки, а її здійснення має на меті [53]:

- зменшення ризиків і мінімізацію наслідків виникнення аварій на об'єктах енергетичної інфраструктури;
- розвиток конкурентних відносин між експортерами за рахунок формування єдиного лібералізованого енергетичного ринку;
- зменшення політичного впливу монопольних або крупних країно-постачальників та / або транзитерів.

Різні існуючі аспекти енергетичної безпеки можна об'єднати у наступні сім основних тематичних концепцій енергетичної безпеки: наявність енергії, інфраструктура, ціни на енергоресурси, соціальні ефекти, навколишнє середовище, регулювання енергетичного ринку і енергоефективність [32].

Незважаючи на розбіжності в підходах багатьох європейських дослідників до визначення енергетичної безпеки, їх увага завжди безпосередньо або опосередковано стосується безпеки постачання різних форм енергії (видів енергоресурсів) в кількості, яка є необхідною для покриття існуючого попиту [20; 54; 55].

Енергетична політика завжди мала особливий статус у процесі європейської інтеграції, а питання енергетики були одними із ключових факторів створення ЄС. В цьому контексті первинні напрями європейської інтеграції мали безпосереднє відношення до енергетики: Європейська спільнота вугілля та сталі забезпечувала юрисдикційне управління двома ключовими енергоресурсами того часу [56; 57].

Відповідно до статті 194(1) Договору про функціонування ЄС гарантування безпеки енергопостачання розглядається як основна мета енергетичної політики ЄС [58].

Енергетична безпека є ключовою складовою енергетичної політики ЄС і в цьому контексті енергетична безпека включає безпеку постачання енергії (енергоресурсів) як найбільш важливий аспект, забезпечення якого відноситься до пріоритетних завдань ЄС [59].

Оскільки безпека постачання є лише одним з багатьох аспектів, які охоплює енергетична політика ЄС, ототожнювання енергетичної безпеки з безпекою постачання енергії (енергоресурсів) може розглядатися як дуже спрощений підхід, який має певні обмеження. Однак слід відзначити, що питанням безпеки постачання приділяється найбільша увага внаслідок того, що вона фактично є основою для забезпечення всіх інших елементів енергетичної безпеки. Тільки безперервний доступ до енергетичних ресурсів може гарантувати енергетичну безпеку від національного рівня до рівня

домогосподарств, а отже – її стійкість та конкурентоспроможність. Оскільки енергетична безпека може бути забезпечена за допомогою національних інструментів, а безпека постачання базується, принаймні, на регіональному співробітництві, диверсифікація постачальників енергії (енергоресурсів) залежить від багатьох зовнішніх чинників [20; 60, с. 63]

Безпеки постачання енергії (енергоресурсів) стосується ціла низка нормативно-правових актів ЄС різного рівня.

Зелена книга ЄС 1994 року «Енергетична політика ЄС» визначила безпеку постачання як стан забезпечення енергоресурсами, за якого основні майбутні енергетичні потреби мають бути задоволені завдяки спільному використанню внутрішніх енергетичних ресурсів та стратегічних резервів у прийнятних економічних умовах та з використанням диверсифікованих та стабільно доступних зовнішніх джерел енергоресурсів [20; 21].

До загального змісту поняття безпеки постачання включені фізичний і економічний аспекти та аспект безперервності постачання, а сама безпека постачання розглядається у короткостроковій (охоплює можливості для запобігання перериванням енергопостачання, спричиненим винятковими обставинами) та довгостроковій (визначається як спроможність забезпечити надійне постачання енергії в достатній кількості) часовій перспективі.

Зазначено, що ЄС має бути готовим до викликів, які стосуються конкурентоспроможності, безпеки постачання та захисту навколишнього середовища. Енергетична політика ЄС має відповідати цим викликам та мати на меті оптимізацію рівня диверсифікації національних та регіональних енергетичних портфелів для загального блага ЄС.

Крім того підкреслюється, що кінцевою метою є забезпечення диверсифікованого енергетичного балансу, який спирається на безліч різних джерел енергії. Диверсифікація джерел постачання енергоресурсів та їх походження виступає одним з шляхів гарантування безпеки постачання.

Безпека постачання енергії (енергоресурсів) пов'язується із соціальним та економічним рівнем безпеки, що знайшло своє відображення у Зеленій книзі

ЄС 2000 року «На шляху до європейської стратегії щодо безпеки постачання енергоресурсів», в якій безпека постачання енергоресурсів як основа довгострокової стратегії ЄС щодо забезпечення енергетичної безпеки визначена як стан забезпечення безперервної фізичної наявності енергетичних продуктів на енергетичному ринку за доступною ціною, який гарантує добробут громадян та належне функціонування економіки із врахуванням захисту довкілля та напрямів сталого розвитку [20; 61; 62].

Зелена книга ЄС 2006 року «Європейська стратегія щодо сталої, конкурентної та безпечної енергії» запропонувала спільну європейську енергетичну політику, спрямовану на вирішення майбутніх проблем постачання енергії та врахування їх впливу на економічне зростання та навколишнє середовище. Підкреслено, що забезпечення безпеки постачання енергоресурсів не має на меті максимально збільшити енергетичну самодостатність або мінімізувати енергетичну залежність, але спрямоване на зменшення ризиків, пов'язаних із такою залежністю. Серед поставлених цілей – досягнення оптимального співвідношення між енергетичною самодостатністю і енергетичною залежністю та диверсифікація джерел постачання енергоресурсів (за видами та маршрутами постачання) [20; 63].

У цьому контексті Європейська Комісія акцентує увагу на трьох цілях енергетичної політики: стійкість, конкурентоспроможність та безпека постачання енергії (енергоресурсів). При цьому безпека постачання вважається найбільш пріоритетною ціллю [64, с. 133].

Згодом поняття безпеки постачання енергоресурсів в ЄС було розширено, до нього були включені такі елементи як конкурентний енергетичний ринок, використання нових технологій та інфраструктура. Без конкуренції та технічних можливостей для постачання та отримання енергії неможливо побудувати вільний енергетичний ринок, а посилення конкурентоспроможності має бути захищене певними рішеннями щодо єдиного енергетичного ринку. Постачання енергоресурсів, їх розподіл та зберігання потребують відповідних технічних можливостей і зменшення

залежності від імпорту може бути забезпечене лише при наявності технічних можливостей для диверсифікації маршрутів та джерел постачання енергоресурсів. Це стосується і конкурентоспроможності – неможливо підвищити рівень конкурентоспроможності, якщо на енергетичному ринку відсутні технічні можливості для роботи багатьох енергетичних компаній.

Відсутність можливостей для забезпечення повної незалежності ЄС від імпорту енергоресурсів призвела до того, що до енергетичної політики були включені питання, пов'язані з управлінням попитом. Визначено типове задоволення енергетичних потреб та управління попитом, яке полягає у контролі за рівнем споживання енергії, обмеженні споживання енергії та зменшенні ризиків енергетичної залежності. В «Дорожній карті ЄС з енергетики на період до 2050 року» зазначаються напрями діяльності, які можуть зменшити ризики енергетичної залежності, а саме: підтримка розвитку нових технологій в енергетиці, підтримка використання поновлюваних джерел енергії та диверсифікація постачальників енергоресурсів [61; 65].

Нормативно-правове регулювання ЄС щодо безпеки постачання енергетичних ресурсів, крім безпосередньо постачання нафти, природного газу та електроенергії, охоплює і відповідну енергетичну інфраструктуру. Іншими словами, безпека постачання вимагає наявності енергетичних ресурсів, спроможності експлуатувати та конвертувати ці ресурси у відповідні енергоресурси, а також вимагає існування надійної системи розподілу енергії. Цей підхід полягає у вирішенні питань безпеки постачання як шляхом застосування загальних нормативно-правових актів щодо енергетичного ринку, так і на основі спеціальних регуляторних інструментів, які зосереджують увагу саме на безпеці постачання [51; 66, с. 99].

Директива 2005/89/ЄС стосується безпеки постачання електроенергії як здатності енергетичної системи постачати електроенергію кінцевим споживачам. У Директивах 2009/72/ЄС та 2009/73/ЄС, які стосуються загальних правил щодо внутрішнього ринку електроенергії та природного газу

відповідно, застосовується більш широкий підхід: енергетична безпека характеризується і як безпека постачання, і як технічна безпека [67; 68].

Найбільш гострим питанням щодо безпеки постачання енергоресурсів в ЄС є значна залежність окремих держав-членів ЄС від єдиного зовнішнього постачальника. Це особливо стосується постачання природного газу та електроенергії. Тому діяльність, пов'язана з підвищенням рівня безпеки постачання, супроводжується захистом найважливіших елементів енергетичної інфраструктури, пов'язаних з транспортуванням газу та передачею електроенергії. У цьому контексті захист енергетичної інфраструктури розглядається як елемент безпеки постачання [69; 70].

Питання диверсифікації у газовому секторі ЄС регулює Директива 2004/67/ЄС, згідно з якою диверсифікація джерел і шляхів постачання природного газу входять до переліку інструментів досягнення стандартів безперебійності постачання [53; 71].

У короткостроковій та середньостроковій перспективі забезпечення енергетичної безпеки в умовах значної імпортозалежності окремих держав-членів ЄС зводиться до попередження і швидкого врегулювання криз у постачанні енергоресурсів. У довгостроковій перспективі розглядаються масштабні інфраструктурні проекти, що передбачають кардинальні зміни у складі основних постачальників енергоресурсів (насамперед природного газу) до держав-членів ЄС. При цьому енергетична політика ЄС зосереджується на підвищенні конкуренції на європейському ринку природного газу та створенні рівних умов для всіх проектів постачання природного газу [53; 71].

Згідно з «Планом ЄС з енергетичної безпеки та солідарних дій», диверсифікація постачання енергоресурсів є одним з п'яти основних напрямів забезпечення енергетичної безпеки, яка розглядається як спільне завдання всіх держав-членів ЄС [72].

Згідно з «Європейською стратегією енергетичної безпеки» центральним компонентом енергетичної безпеки ЄС є безпека постачання енергоресурсів, під якою розуміється наявність безперервного доступу до енергетичних

ресурсів за прийнятними цінами. Визначено ряд пріоритетних заходів, які включають посилення надзвичайних механізмів (таких як координація оцінки ризиків та планів на випадок надзвичайних ситуацій та захист стратегічної інфраструктури), створення добре функціонуючого та повністю інтегрованого внутрішнього енергетичного ринку, збільшення власного виробництва енергії в ЄС та диверсифікація зовнішніх поставок та пов'язаної з ними інфраструктури [73; 74].

В Стратегії у широкому сенсі під енергетичною безпекою ЄС розуміється стан забезпечення наступних основних компонентів [17; 73]:

– широкого спектру доступних видів енергії та енергоресурсів (сира нафта, природний газ, біомаса та відходи, вугілля, вітер, сонячне випромінювання, гідроенергія, геотермальна енергія, енергія припливів / відпливів, ядерна енергія) та суттєвого зменшення частки викопних видів палива в енергобалансі ЄС (декарбонізація економіки);

– диверсифікації постачальників енергоресурсів та шляхів їх постачання;

– належно функціонуючого енергетичного ринку, що є необхідною передумовою для формування прийнятної вартості енергії для споживачів;

– належної потужності переробних та енергогенеруючих підприємств;

– здатності різних груп споживачів до зменшення енергоспоживання (енергоефективність) та переходу на альтернативні джерела енергії;

– мінімізації шкідливого впливу на довкілля внаслідок використання паливних ресурсів для економічних потреб.

Одним з ключових інструментів енергетичної безпеки ЄС визначено диверсифікацію джерел постачання енергоресурсів [17; 73].

В Стратегії Енергетичного союзу, створеного державами-членами ЄС у 2015 році, зазначено п'ять основних напрямків діяльності [75]:

– диверсифікація джерел постачання енергії та постачальників енергоресурсів до ЄС і гарантування енергетичної безпеки на основі солідарності, кооперації та взаємної довіри між державами-членами ЄС;

– створення повністю інтегрованого внутрішнього енергетичного ринку;

- підвищення енергоефективності на основі помірному споживання енергії;

- декарбонізація як засіб боротьби з кліматичними змінами;

- підвищення конкурентоспроможності на основі інновацій в енергоефективність, відновлювані джерела та технології зберігання енергії.

У доповіді Європейської Комісії про стан Енергетичного союзу підкреслено, що диверсифікація джерел енергії, постачальників та маршрутів постачання має вирішальне значення для гарантування безпечного та стійкого постачання енергії (енергоресурсів) європейським громадянам та компаніям. Зроблено акцент на необхідності подальшого розвитку диверсифікаційних проектів та заохочення регульованих, прозорих та стабільних національних енергетичних ринків. Зазначено, що Європейська Комісія з метою подальшого розвитку потенціалу диверсифікації має намір приділяти значну увагу використанню зрідженого природного газу [76].

Для ЄС, як одного з найбільших імпортерів енергоресурсів в світі, енергетична безпека – це передусім забезпечення надійності постачання енергоресурсів, диверсифікація джерел постачання енергоресурсів, забезпечення безпеки енергетичної інфраструктури, впровадження нових технологій для зниження залежності від імпорту енергоресурсів [45].

Таким чином, забезпечення енергетичної безпеки є актуальною проблемою для ЄС. Серед усіх її аспектів найважливішим фактором є безпека постачання енергоресурсів. Ключова роль в реалізації політики ЄС щодо забезпечення енергетичної безпеки відводиться саме диверсифікації постачання енергоресурсів як визначальної складової енергетичної безпеки.

У широкому розумінні енергетичну безпеку ЄС можна визначати як стан забезпечення економіки ЄС енергією (енергоресурсами), за якого не створюються загрози сталому розвитку та впроваджені механізми компенсації (мінімізації) наявних та потенційних ризиків, які можуть виникати внаслідок негативного впливу внутрішніх або зовнішніх чинників.

Під забезпеченням енергетичної безпеки ЄС розуміється процес зниження залежності від зовнішніх постачальників енергії (енергоресурсів) за рахунок розвитку власного виробництва енергії, диверсифікації внутрішнього енергетичного портфеля та диверсифікації постачання енергії (енергоресурсів) із зовнішніх джерел, формування достатніх стратегічних запасів енергоресурсів, підвищення енергоефективності, декарбонізації як засобу боротьби з кліматичними змінами та мінімізації забруднення довкілля.

В цілому, можна сказати, що диверсифікація постачання енергоресурсів є одним з визначальних елементів забезпечення безпеки постачання, а саме можна констатувати, що диверсифікація постачання енергоресурсів – це:

- складова енергетичної політики, спрямованої на підвищення енергетичної безпеки у довгостроковій перспективі;
- один з ключових напрямів забезпечення енергетичної безпеки;
- характеристика стану енергетичної безпеки (стан вважається задовільним, якщо постачання енергоресурсів є диверсифікованим);
- один з шляхів забезпечення стану захищеності в енергетичній сфері від наявних і потенційних загроз внутрішнього та зовнішнього характеру;
- одна з основ Європейської енергетичної стратегії;
- складова забезпечення енергетичної безпеки, що охоплює зниження рівня залежності від постачальників шляхом диверсифікації імпорту;
- один з головних напрямів зменшення енергетичної залежності;
- інструмент для досягнення стандартів безперебійності енергопостачання;
- одна з ключових рушійних сил енергетичної безпеки;
- основоположний чинник енергетичної безпеки та незалежності ЄС як одного з найбільших імпортерів енергоресурсів у світі;
- визначальна складова безпеки постачання енергоресурсів;
- засіб зменшення ризиків і мінімізації наслідків виникнення аварій на об'єктах енергетичної інфраструктури;
- засіб розвитку конкурентних відносин між експортерами.

1.3 Методичні підходи до аналізу диверсифікації енергетичного ринку в контексті забезпечення енергетичної безпеки

Енергетична система, щоб забезпечувати достатній рівень енергетичної безпеки, має, як правило, характеризуватися [77]:

- диверсифікованістю комплексу первинних джерел енергії та видів палива, що використовуються, з можливістю їх взаємної заміни за необхідністю;

- диверсифікованістю постачальників енергоресурсів без надмірної залежності від таких постачань енергоресурсів за імпортом, які можуть спричинити небезпеку неконтрольованих з боку держави збоїв/порушень;

- диверсифікованістю маршрутів постачання енергоресурсів за імпортом без надмірної залежності від конкретних «коридорів постачання»;

- тенденцією до зменшення енергоємності ВВП, тобто обсягу енергії, необхідної для виробництва одиниці національного продукту;

- надійною фізичною енергетичною інфраструктурою;

- стабільними та доступними цінами на енергоресурси;

- комерційно-життєздатними планами щодо технологічного вдосконалення енергетичної інфраструктури.

Стратегії забезпечення енергетичної безпеки можна розділити на [78]:

а) стратегії, які безпосередньо пов'язані з диверсифікацією:

- збільшення кількості видів первинних енергоресурсів та палива, які складають комплекс джерел енергії, що використовуються;

- збільшення кількості постачальників енергоресурсів та палива;

- розвитку сховищ енергоресурсів та палива та формування їх стратегічних резервів;

б) інші стратегії, які не мають відношення або мають побічне відношення до диверсифікації:

- підвищення енергоефективності;

- консервації;

– використання ендогенних джерел енергії.

Внаслідок того, що більшість існуючих визначень терміну «енергетична безпека» ототожнює її з наявністю енергоресурсів, яка сама по собі є багатовимірним (багатоаспектним) поняттям, прийmemo до уваги такі характерні аспекти (складові) наявності енергії (енергоресурсів), як [32]:

- диверсифікація постачальників енергоресурсів;
- диверсифікація видів енергоресурсів;
- диверсифікація маршрутів постачення енергоресурсів.

Розглянемо існуючі методичні підходи до аналізу диверсифікації енергетичного ринку в контексті забезпечення (підвищення) енергетичної безпеки, приймаючи до уваги саме ті її складові (окремі показники), які безпосередньо або опосередковано пов'язані з диверсифікацією.

У дослідженнях енергетичної безпеки використовуються різноманітні показники енергетичної безпеки. Деякі з цих показників можуть мати відносно простий характер і мати вигляд певних даних або відповідних аналітичних виразів на їх основі.

Наприклад, як показник може використовуватися залежність від імпорту природного газу, яка зазвичай виражається як відношення загального обсягу імпорту природного газу до загального обсягу внутрішнього споживання газу.

Інші показники енергетичної безпеки можуть мати більш складний характер і мати вигляд більш розгорнутих формул (залежностей) або певних композитних індексів енергетичної безпеки, які включають низку більш простих показників, що певним чином згортаються у цей єдиний індекс.

Наприклад, показник «N-1», який використовується в газовій сфері ЄС в якості стандарту газової інфраструктури, визначається за допомогою ряду окремих показників, які разом описують здатність задовольнити загальний попит на газ у разі фізичних збоїв/порушень у роботі одного найбільшого елемента газової інфраструктури [79, с. 10-11].

До показників енергетичної безпеки, які найбільш часто використовуються для оцінки рівня енергетичної безпеки, можна віднести наступні сім груп показників [78; 79, с. 10-11; 80-83; 84, с. 2-5]:

- макроекономічні показники;
- показники енергетичного балансу;
- показники енергетичних запасів;
- галузеві показники;
- показники, які характеризують ризики імпорту енергоресурсів;
- показники, які безпосередньо пов'язані з диверсифікацією;
- показники енергетичної інфраструктури.

Розглянемо більш детально ці показники, маючи на увазі їх використання у газовій сфері для аналізу і оцінки рівня безпосередньої або побічної диверсифікації.

До макроекономічних показників відносяться:

- енергоємність (газоємність) ВВП (відношення обсягу споживання первинної енергії (природного газу) до обсягу ВВП);
- середні ціни на газ за певний проміжок часу (дозволяє порівняти ціни на газ і волатильність цін для різних держав);
- обсяг споживання газу на душу населення;
- витрати на імпорт газу, які враховують чистий імпорт і середньорічні ціни на газ.

Показники енергетичного балансу використовуються для розрахунку енергетичного балансу всього національного або регіонального ринку, включаючи показники імпорту, експорту, сектору перетворення і використання енергії, а також показники втрат при розподілі і перетворенні енергії, неенергетичного використання і кінцевого споживання енергоресурсів.

Показники енергетичних запасів переважно використовуються в нафтогазовій галузі, але можуть використовуватися по відношенню до будь-яких викопних природних енергоресурсів для прогнозування їх наявності при

визначенні життєвого циклу економічних проектів, прогнозування доходів, рівня зайнятості тощо.

Показники енергетичних запасів характеризують термін вичерпності викопних енергоресурсів у роках або кратність їх запасів по відношенню до їх поточного видобутку за один рік і визначаються відношенням загального обсягу підтверджених запасів природного газу до обсягу його річного видобутку [85, с. 12].

Альтернативним показником енергетичних запасів природного газу є відношення розвіданих запасів природного газу до обсягу його річного фактичного споживання.

Галузеві показники дозволяють кількісно визначити питомі витрати природного газу за різними галузями економіки. З урахуванням галузевих відмінностей держав, припинення постачання природного газу має різний вплив на економіки цих держав. В якості такого показника може виступати частка електроенергії, виробленої за рахунок використання природного газу в загальному обсязі промислового виробництва (споживання) електроенергії. Галузеві показники мають бути гнучкими, враховувати різний рівень сезонних потреб, піковий попит на природний газ, враховувати різні можливості щодо контрактів на постачання природного газу, що можуть бути розірвані достроково, можливості щодо взаємної заміни енергоресурсів і палива і різний ступінь важливості питань, пов'язаних з безпекою постачання газу.

Показники ризику імпорту природного газу і ЗПГ дозволяють кількісно оцінити певний ризик держави, пов'язаний з імпортом природного газу і ЗПГ, використовуючи ризики основних країн-постачальників і країн-транзитерів. Ці показники можуть використовуватися і як окремі показники, і як допоміжні показники у складі більш складних показників (індексів).

В даний час з цією метою найбільш часто використовуються рейтинги ризиків держав-членів Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР), але іноді використовуються власні авторські методики

розрахунку ризиків для країн-постачальників і країн-транзитерів природного газу і ЗПГ [86; 87].

Щодо показників, які безпосередньо пов'язані з диверсифікацією, в енергетичній сфері диверсифікація завжди розглядалася і розглядається як один з основних засобів підвищення енергетичної безпеки або принаймні забезпечення її прийнятної рівня. Проте, загалом диверсифікація є дуже широкою і загальною концепцією. Узагальнюючи існуючі підходи до розуміння сутності і засобів забезпечення диверсифікації у газовій сфері, приймемо до уваги наступні показники диверсифікації, які характеризують її основні аспекти [78; 79, с. 51-55]:

- показники диверсифікації комплексу (портфеля) первинних енергоресурсів, які переважним чином використовуються в промисловості;
- показники диверсифікації виробництва електроенергії за рахунок використання природного газу;
- показники диверсифікації постачальників (портфеля постачальників) природного газу;
- показники диверсифікації маршрутів постачання газу (портфеля зовнішніх джерел постачання природного газу);
- показники диверсифікації щодо використання зрідженого природного газу (ЗПГ) (портфеля зовнішніх джерел постачання ЗПГ).

В якості показника диверсифікації комплексу первинних енергоресурсів використовується показник, який відображає співвідношення часток окремих основних джерел енергії в комплексі первинних енергоресурсів, які переважним чином використовуються в національній економіці.

Для визначення цього показника може бути застосований індекс Шеннона-Вінера, який також використовується для визначення рівня диверсифікації імпорту енергоресурсів, використовуючи формулу [78; 79, с. 51-55]:

$$SVI = \frac{-1}{\log N} \sum_{n=1}^N p_n \cdot \log(p_n), \quad (1.1)$$

де

SVI – показник диверсифікації комплексу первинних енергоресурсів;

N – загальна кількість джерел енергії в комплексі первинних енергоресурсів;

p_n – частка n -го джерела енергії в комплексі первинних енергоресурсів.

Максимальне значення показника дорівнює 1 і досягається, коли всі частки дорівнюють $1/N$. Мінімальне значення показника є близьким до 0 і досягається тоді, коли одна з часток є близькою до 1, а решта – близькою до 0. Чим вищим є цей показник, тим більш диверсифікованим є комплекс первинних енергоресурсів, що відповідає більш високому рівню енергетичної безпеки.

В якості показника диверсифікації виробництва електроенергії може виступати частка природного газу, яка використовується для виробництва електроенергії. Цей показник є корисним для аналізу побічного впливу припинення постачання природного газу на галузь вироблення електроенергії і, відповідно, на рівень енергетичної безпеки.

Рівень диверсифікації постачальників (портфеля постачальників) природного газу може бути розрахований з використанням індексу Херфіндаля-Хіршмана, який забезпечує вимірювання концентрації ринку і є корисним показником, який може враховувати ризики імпорту енергоресурсів.

В енергетичній галузі цей показник використовується для визначення рівня диверсифікації постачання енергоресурсів шляхом обчислення суми квадратів ринкових часток кожного з постачальників енергоресурсів конкретної держави або групи держав, які утворюють регіональний енергетичний ринок [79, с. 51-55]:

$$HHI = \sum_{j=1}^M S_j^2, \quad (1.2)$$

де

HHI – показник диверсифікації постачальників природного газу;

S_j – частка енергетичного ринку *j*-тої компанії-постачальника газу;

M – кількість компаній-постачальників природного газу.

Показник концентрації ринку *HHI* може бути модифікований шляхом приведення до ризиків, пов'язаних з державами, до яких відносяться компанії-постачальники газу. У зв'язку з цим, може бути використаний рейтинг ризику ОЕСР, за яким держави класифікуються за однією з восьми категорій (від 0 до 7) шляхом застосування двоступеневої методології [86; 87]:

1. На основі моделі оцінки ризику ОЕСР визначається кількісна оцінка кредитного ризику держави, яка заснована на трьох групах показників ризику (досвід платежів, фінансове становище і економічна ситуація).

2. Якісна оцінка результатів, отриманих на основі моделі оцінки ризику, здійснюється експертами держав-членів ОЕСР шляхом врахування політичних ризиків і/або інших факторів ризику, які повною мірою не взяті до уваги вищевказаною моделлю.

Згідно з цим рейтингом політично стабільні держави з високим рівнем доходів мають рейтинг 0, а найбільш політично нестабільні держави мають рейтинг 7. Фактично цей рейтинг є рейтингом політичної нестабільності держав, тобто чим більш політично нестабільною є держава, тим більший рейтинг ризику вона має.

В якості показників диверсифікації маршрутів (зовнішніх джерел постачання) постачання природного газу може виступати наявна кількість точок входу для імпорту природного газу, яка є диверсифікованою географічно або за державами-постачальниками природного газу.

Щодо показників диверсифікації щодо використання ЗПГ, якщо держава одночасно має доступ до природного газу, який постачається трубопроводами, і до природного газу, який постачається морськими маршрутами через власні ЗПГ-термінали, то така держава ґрунтовно має більш високий рівень диверсифікації постачання природного газу, є більш стійкою до можливих перебоїв з постачанням природного газу і, як наслідок, має більш високий рівень безпеки постачання природного газу і енергетичної безпеки загалом.

Співвідношення часток постачання природного газу через газопроводи і через ЗПГ-термінали є показником рівня диверсифікації щодо ЗПГ.

Залежність від імпорту природного газу може бути виражена показником, який дорівнює відношенню обсягу природного газу за імпортом до обсягу його внутрішнього споживання протягом певного проміжку часу.

Для обчислення показників залежності від імпорту також може бути корисно обчислювати більш прості показники сезонної залежності від імпорту на основі річних даних. Сезонне коливання попиту на газ може бути суттєвим і якщо власне виробництво газу не змінюється протягом року, то залежність від імпорту в періоди з високим попитом може стати більш суттєвою і, як наслідок, призвести до підвищення ризиків зниження енергетичної безпеки.

До показників газової інфраструктури можна віднести:

- показники інфраструктури зберігання газу;
- показники інфраструктури газових інтерконнекторів, які здатні забезпечувати двостороннє транспортування енергоресурсів;
- показники наявної ЗПГ-інфраструктури;
- показники (вимоги) інфраструктурних стандартів.

Інфраструктура зберігання газу в основному необхідна для задоволення сезонних коливань попиту на природний газ і у загальному вигляді може оцінюватися відношенням загальної ємності для зберігання природного газу до обсягу кінцевого споживання природного газу за певний період часу.

Цей показник має враховувати сезонні коливання у обсягах зберігання газу і бути чутливим до тимчасових пікових навантажень.

У зв'язку з цим інфраструктура зберігання газу може оцінюватись за наступною формулою [80]:

$$K_{cap} = \frac{E_{max} - D_{peak}}{D_{peak}}, \quad (1.3)$$

де

K_{cap} – показник інфраструктури зберігання газу;

E_{max} – максимальна технічна потужність газової інфраструктури щодо відбору газу на добу;

D_{peak} – піковий добовий попит на газ, що має місце протягом доби з винятково високим споживанням газу, яке трапляється із статистичною вірогідністю один раз на 20 років.

Максимальна технічна потужність щодо відбору газу E_{max} дорівнює сумі максимальних технічних потужностей щодо відбору природного газу з підземних газосховищ, об'єктів ЗПГ-інфраструктури, транскордонних газових інтерконнекторів та газових хабів.

Показники інфраструктури газових інтерконнекторів, здатних забезпечувати двостороннє транспортування енергоресурсів, мають враховувати кількість точок входу/виходу і їх максимальну технічну потужність. Крім того важливою характеристикою є довжина і зарезервована ємність подаючого трубопроводу перед точкою входу в газовий ринок.

Щодо показників ЗПГ-інфраструктури, деякі держави мають можливість імпортувати ЗПГ через власні ЗПГ-термінали і показник їх ЗПГ-інфраструктури може брати до уваги максимальну потужність об'єктів ЗПГ за імпортом по відношенню до поточного використання і споживання з урахуванням транскордонних зобов'язань з відбору / пропозиції ЗПГ.

Щодо показників інфраструктурних стандартів, яскравим прикладом такого стандарту є стандарт газової інфраструктури «N-1» – показник, який введений в дію в ЄС і дозволяє оцінити залежність газової інфраструктури від

найбільшого її об'єкта (газопроводу, виробничого об'єкта, ЗПГ-об'єкта або газосховища).

Регламентом Європейського Парламенту і Ради від 20.10.2010 р. № 994/2010 в ЄС запроваджені положення, спрямовані на забезпечення безпеки постачання газу до держав-членів Євросоюзу; встановлена солідарна відповідальність держав-членів ЄС за забезпечення своєчасності постачання газу; передбачений план превентивних заходів, спрямованих на зниження ризику загрози дефіциту газу, і надзвичайного плану на випадок прямих порушень зобов'язань з постачання газу до ЄС [88].

Стандарт «N-1» описує здатність газової інфраструктури за своєю технічною потужністю у випадку виходу з ладу одного окремого найбільшого об'єкта газової інфраструктури задовольняти загальну потребу у газі визначеної території (ЄС в цілому, регіону ЄС або держави-члена ЄС) протягом доби з винятково високим споживанням газу, яке трапляється із статистичною вірогідністю один раз на 20 років.

Стандарт інфраструктури «N-1» визначається наступним чином:

$$\frac{E_m + P_m + S_m + L_m - I_m}{D_{\max}} \geq 1, \quad (1.4)$$

де

E_m – максимальна технічна добова потужність точок входу (що не є виробничими об'єктами, об'єктами ЗПГ та газосховищами), яка дорівнює сумі максимальних технічних добових потужностей усіх прикордонних точок входу, через які може постачатись газ на визначену територію;

P_m – максимальна технічна добова виробнича потужність, яка дорівнює сумі максимальних технічних добових потужностей усіх газових виробничих об'єктів, що можуть бути забезпечені у точках входу;

S_m – максимальна технічна добова потужність відбору газу із сховищ, яка дорівнює сумі максимальних технічних добових потужностей відбору газу з усіх сховищ, які можуть бути забезпечені у точках входу;

L_m – максимальна технічна добова вихідна потужність постачання газу із об'єктів ЗПГ, яка дорівнює сумі максимальних технічних добових вихідних потужностей постачання газу з усіх об'єктів ЗПГ на визначеній території;

I_m – максимальна технічна добова потужність одного окремого найбільшого об'єкту газової інфраструктури з найбільшою потужністю постачання газу на визначеній території;

D_{max} – максимальна добова потреба у газі визначеної території, яка має місце протягом доби з винятково високим споживанням газу, яке трапляється із статистичною вірогідністю один раз на 20 років.

Цей показник для держав-членів ЄС має дорівнювати щонайменше 1.

Таким чином, енергетична безпека може бути забезпечена на основі стратегій, які безпосередньо пов'язані з диверсифікацією (стратегій збільшення кількості видів первинних енергоресурсів та палива, які складають комплекс джерел енергії; стратегій збільшення кількості постачальників енергоресурсів та палива (особливо за імпортом); стратегій розвитку сховищ енергоресурсів та палива та формування їх стратегічних резервів) та/або інших стратегій, які мають побічне відношення до диверсифікації (стратегій підвищення енергоефективності; стратегій консервації; стратегій використання ендегенних джерел енергії).

Узагальнюючи існуючі підходи до розуміння засобів забезпечення диверсифікації в газовій сфері, для аналізу і оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу варто використовувати наступні показники:

– показники диверсифікації комплексу первинних енергоресурсів, які переважним чином використовуються в промисловості;

– показники диверсифікації виробництва електроенергії за рахунок використання природного газу;

– показники диверсифікації постачальників природного газу;

– показники диверсифікації маршрутів постачання газу;

– показники диверсифікації щодо використання ЗПГ.

Таким чином, систематизація існуючих теоретичних підходів до аналізу процесів диверсифікації енергетичного ринку в контексті забезпечення енергетичної безпеки створює необхідну науково-методичну базу дослідження та зумовлює необхідність розробки нових підходів до дослідження диверсифікації ринку газу як складової енергетичного ринку.

Висновки до першого розділу

На підставі аналізу теоретичних засад дослідження диверсифікації енергетичного ринку в контексті забезпечення енергетичної безпеки зроблено наступні висновки:

1. Енергетична безпека може розглядатися в одноаспектному вимірі, який значною мірою базується на безпеці постачання енергоресурсів, або у багатоаспектному вимірі, який крім безпеки постачання енергоресурсів враховує інші важливі аспекти енергетичної безпеки, насамперед такі як доступність енергоресурсів, енергоефективність та екологічна безпека. Незважаючи на розбіжності у визначенні енергетичної безпеки, ключова роль завжди належить забезпеченню наявності різних форм енергії у кількості, яка є достатньою для покриття існуючого попиту.

2. Енергетичну безпеку ЄС у широкому розумінні можна визначити як стан забезпечення економіки ЄС енергоресурсами, за якого не створюються загрози сталому розвитку та впроваджені механізми компенсації наявних та потенційних ризиків, які можуть виникати внаслідок негативного впливу внутрішніх або зовнішніх чинників. Під забезпеченням енергетичної безпеки ЄС розуміється процес зниження залежності від зовнішніх постачальників енергоресурсів за рахунок розвитку власного виробництва енергії, диверсифікації внутрішнього енергетичного портфеля та диверсифікації постачання енергоресурсів із зовнішніх джерел, формування достатніх стратегічних запасів енергоресурсів, підвищення енергоефективності.

3. Диверсифікація постачання енергоресурсів є одним з визначальних елементів безпеки постачання енергоресурсів як ключової складової

енергетичної безпеки ЄС. Встановлено, що енергетична безпека може бути забезпечена на основі стратегій, які безпосередньо пов'язані з диверсифікацією та/або інших стратегій, які мають побічне відношення до диверсифікації.

4. Узагальнюючи існуючі підходи до розуміння засобів забезпечення диверсифікації в газовій сфері, для аналізу і оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу як показники варто використовувати, як найменше, показники диверсифікації комплексу первинних енергоресурсів, які переважним чином використовуються в промисловості; показники диверсифікації виробництва електроенергії за рахунок використання природного газу; показники диверсифікації портфеля постачальників природного газу; показники диверсифікації маршрутів постачання газу та показники диверсифікації портфеля зовнішніх джерел постачання ЗПГ.

Основні положення цього розділу викладені у наступних публікаціях автора: [89-100].

РОЗДІЛ 2

ДИВЕРСИФІКАЦІЯ РИНКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ЄС ЯК ЧИННИК ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ

2.1 Структура та особливості розвитку ринку природного газу ЄС

В Стратегії ЄС щодо забезпечення енергетичної безпеки формування єдиного внутрішнього конкурентоспроможного енергетичного ринку визначено одним із пріоритетів енергетичної політики ЄС, яка включає наступні основні напрями [73; 101]:

- формування нормативно-правової бази функціонування єдиного енергетичного ринку;
- впровадження цільової моделі ринку природного газу;
- створення Європейського енергетичного союзу;
- розвиток енергетичної інфраструктури.

В ЄС створюється нова архітектура єдиного лібералізованого ринку природного газу шляхом стирання національних кордонів, формування надлишкових інфраструктурних потужностей і посилення ролі наднаціональних регуляторів [102, с. 6].

Природний газ як джерело енергії, як універсальне паливо, яке має значні переваги перед іншими видами викопного палива щодо задоволення екологічних вимог (по відношенню до якості повітря та викидів парникових газів в атмосферу), та як сировина для різних галузей промисловості відіграє важливу роль в економіці ЄС.

Ринок природного газу займає одне з ключових місць в загальній структурі енергетичного ринку ЄС.

Ринок первинної енергії ЄС є одним з найбільш динамічних, розгалужених та диверсифікованих за кількістю енергоносіїв ринків світу, для якого характерним є те, що частка кожного з енергоносіїв, що входить до загального портфелю енергоносіїв, що використовуються в ЄС, не перевищує

30 % від загального обсягу ринку первинної енергії (рис. 2.1). Найбільші ринкові частки належать джерелам ядерної енергії (28,9 %) та джерелам поновлюваної енергії (26,7 %). Частка природного газу у загальній структурі виробництва первинної енергії в ЄС складає біля 14 %.

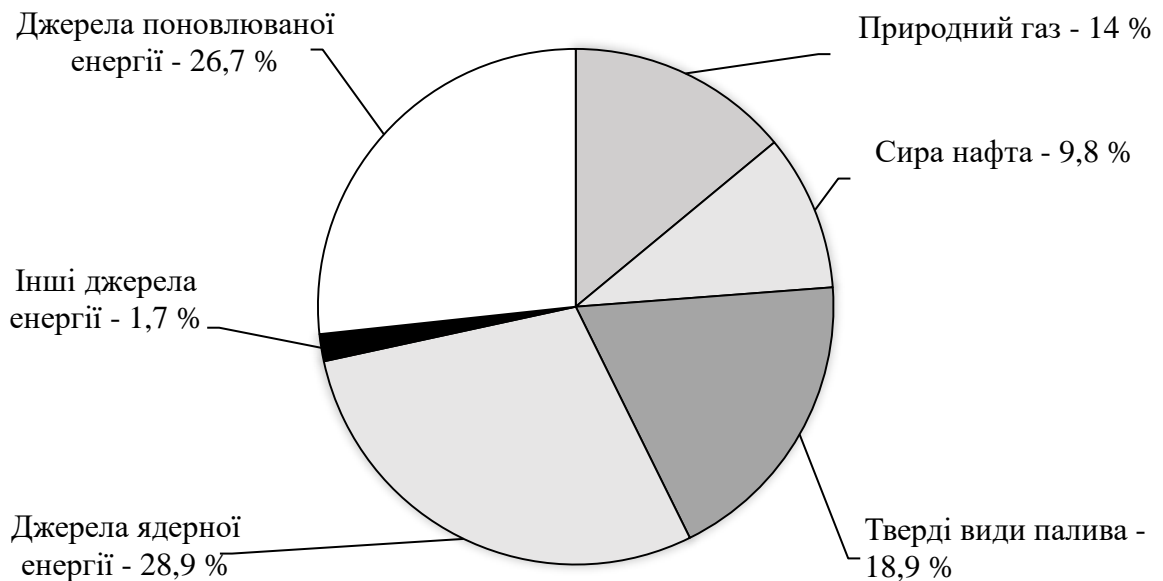


Рис. 2.1. Структура виробництва первинної енергії в ЄС, 2016, [103-106]

ЄС є експортером енергоресурсів. В 2016 році в структурі експорту енергоресурсів ЄС (рис. 2.2) переважала сира нафта (66,7 %), частка природного газу у газоподібному стані (далі – природний газ) складала 13 %, а частка природного газу у зрідженому стані (далі – зріджений природний газ (ЗПГ)) – 4,7 % [107].

Поряд з тим, що ЄС є виробником енергетичних продуктів, які споживаються в ЄС та експортуються в інші країни, значна частина енергетичних продуктів імпортується до ЄС.

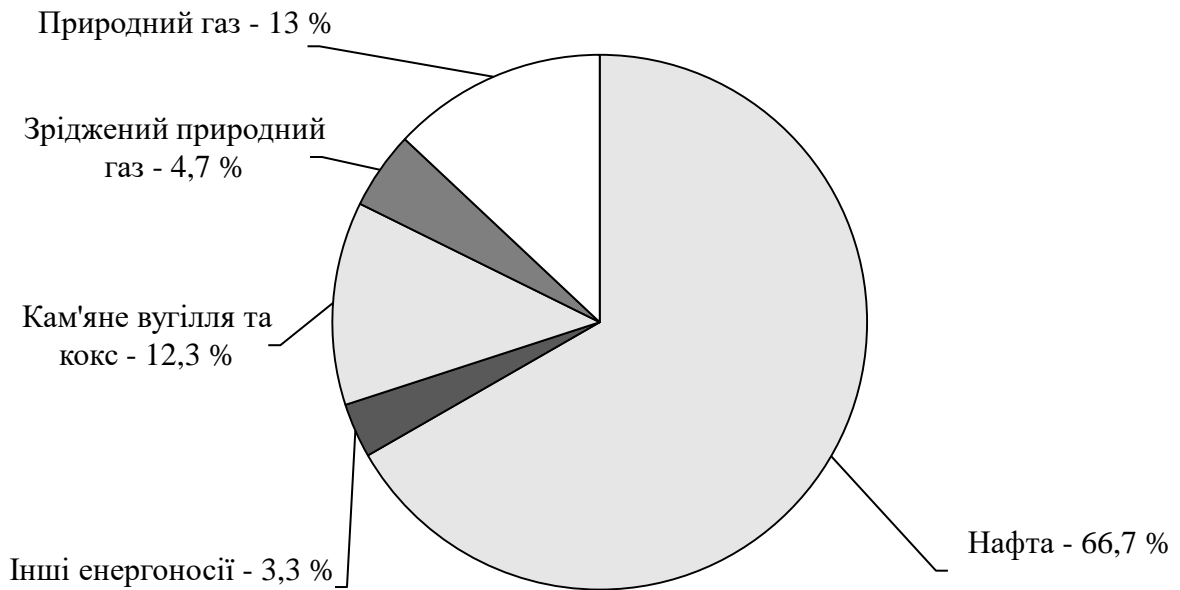


Рис. 2.2. Структура експорту енергонесій ЄС, 2016,
(експорт у млрд. євро) [107]

Загалом ЄС є чистим імпортером енергоресурсів (за винятком торфу та коксу). В 2016 році в структурі імпорту енергоресурсів ЄС (рис. 2.3) переважала сира нафта (70,6 %), частка природного газу складала 21,6 %, а частка ЗПГ – 2,6 %. При чому характерним є те, що частки сирової нафти та природного газу практично не змінилися в порівнянні з 2015 роком [107].

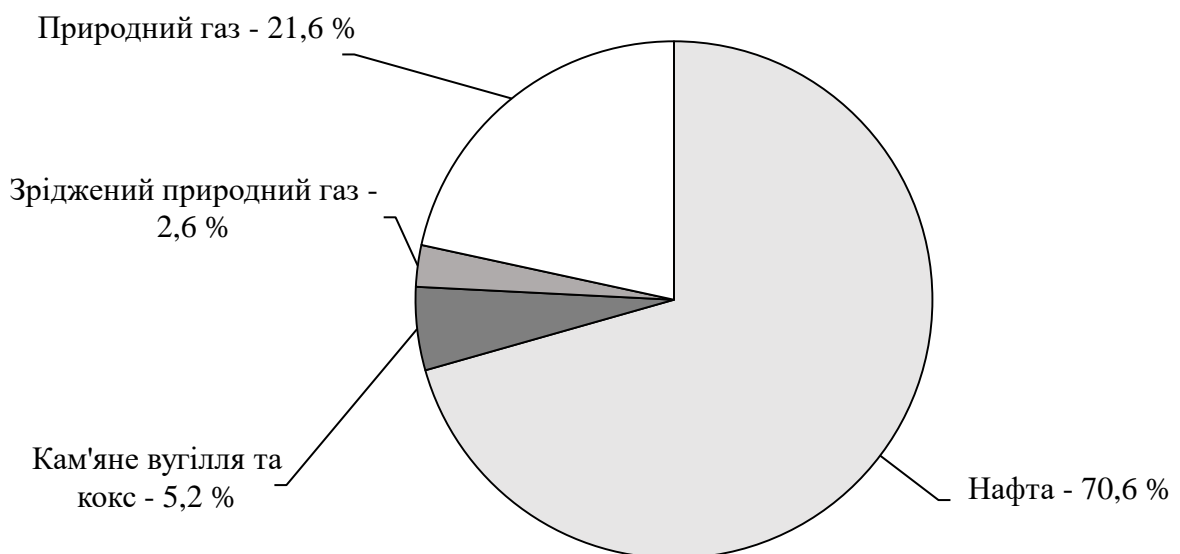


Рис. 2.3. Структура імпорту енергонесій до ЄС, 2016,
(імпорт у млрд. євро) [107]

Для з'ясування структури та особливостей ринку природного газу ЄС розглянемо більш детально такі аспекти європейського газового ринку, як виробництво, споживання (попит), експорт та імпорт природного газу та ЗПГ за підсумками минулих років, включаючи перші квартали 2017 року.

Щодо виробництва природного газу в ЄС за останні роки (рис. 2.4), можна певно говорити про стійку восьмирічну тенденцію (2008-2016 років) щодо зниження його рівня, результатом якої стало загальне скорочення виробництва природного газу в ЄС приблизно на 60 % за цей період.

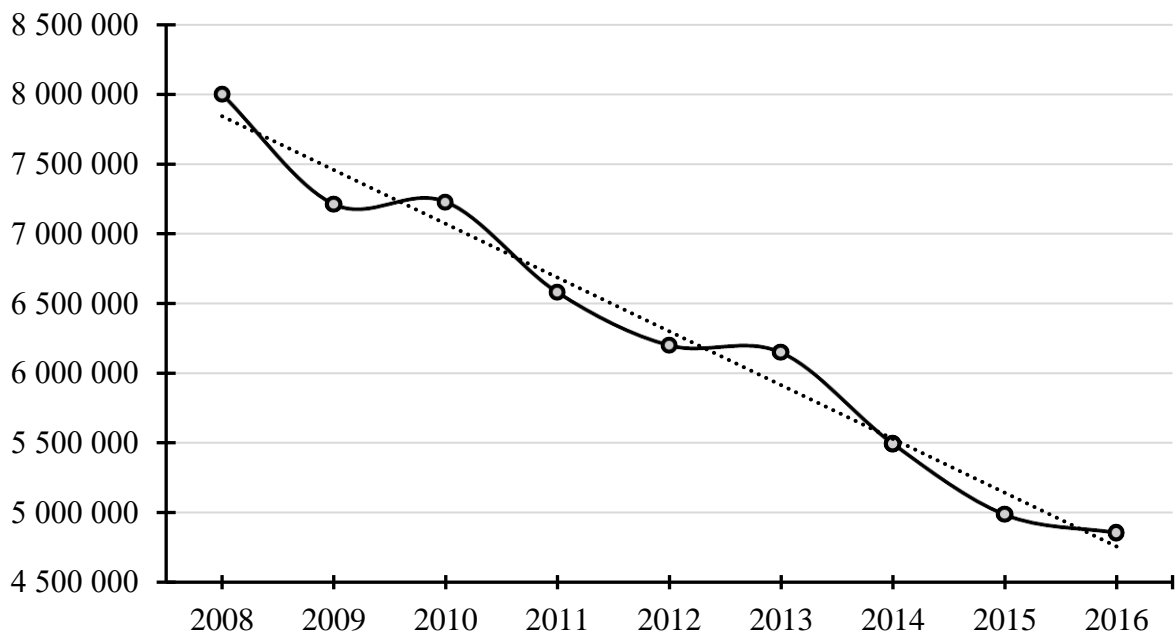


Рис. 2.4. Виробництво природного газу в ЄС, 2008-2016,
тис. тераджоулів [108]

У 2016 році середньорічні темпи зниження виробництва газу в ЄС де-що сповільнилися (-2,6% у порівнянні з 2015 роком), а за підсумками перших кварталів 2017 року рівень виробництва газу навіть збільшився на 8% у порівнянні з аналогічним періодом 2016 року.

Найбільшими виробниками природного газу ЄС є Нідерланди, Велика Британія, Румунія, Німеччина та Італія (рис. 2.5). Характерним для більшості держав-членів ЄС є скорочення власного виробництва природного газу за останні 3 роки, окрім Великої Британії, яка за цей час збільшила внутрішнє

виробництво природного газу майже на 13 % і стала лідером ЄС за цим показником, випередивши Нідерланди, які за цей час скоротили виробництво природного газу майже на 32 %.

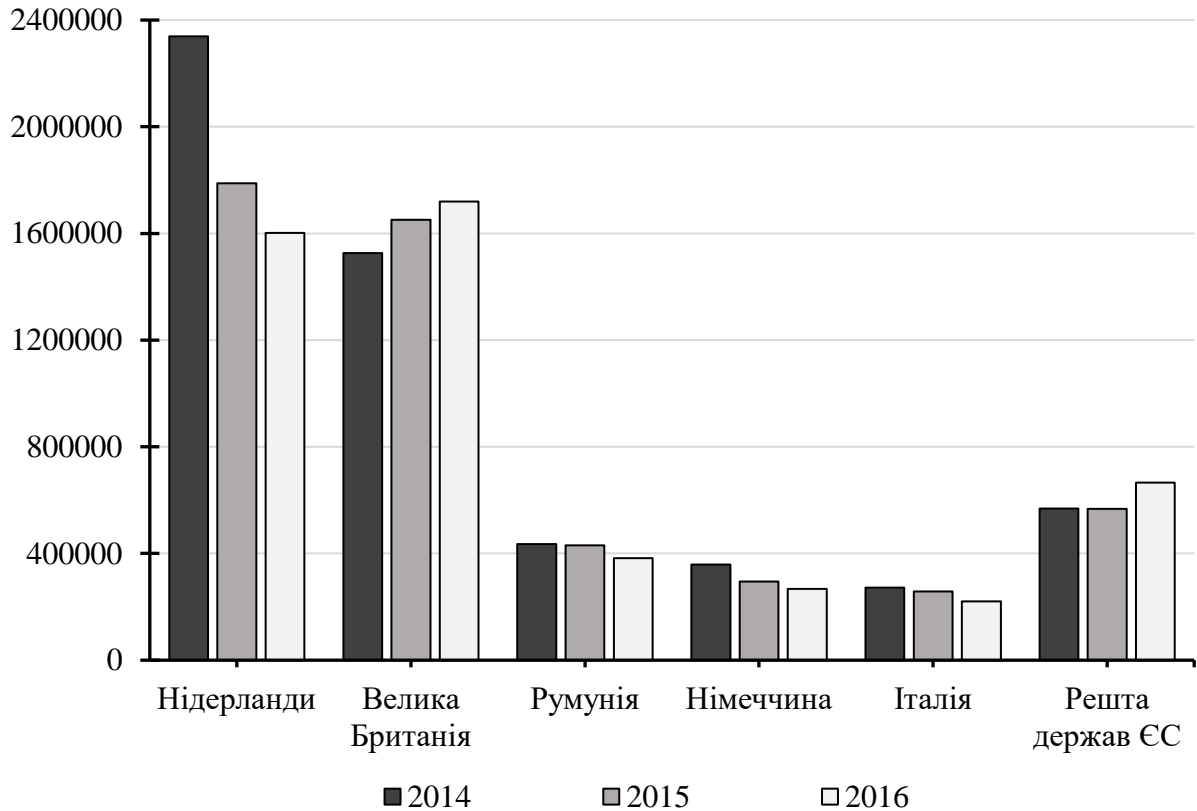


Рис. 2.5. Виробництво природного газу державами-членами ЄС, 2014-2016, тис. тераджоулів [103]

За підсумками перших кварталів 2017 року виробництво газу зросло в Нідерландах (+15%), Великій Британії (+5%) та Данії (+8%) у порівнянні з аналогічним періодом 2016 року, а в Ірландії виробництво газу зросло дуже стрімко (+80%) завдяки введеному в експлуатацію в 2015 році офшорному газовому родовищу Корріб. При цьому виробництво газу скоротилося в Румунії (-2%), Німеччині (-7%) та Італії (-3%) [103].

Розглядаючи споживчі тенденції на європейському газовому ринку протягом останніх п'ятнадцяти років (рис. 2.6), можна констатувати, що найбільший рівень споживання природного газу в ЄС приходить на 2010 рік, після якого встановилася стійка чотирьохрічна тенденція (2010-2014 років) до

зниження споживання, результатом якої є найменший за останні сімнадцять років рівень споживання природного газу, який був зафіксований у 2014 році.

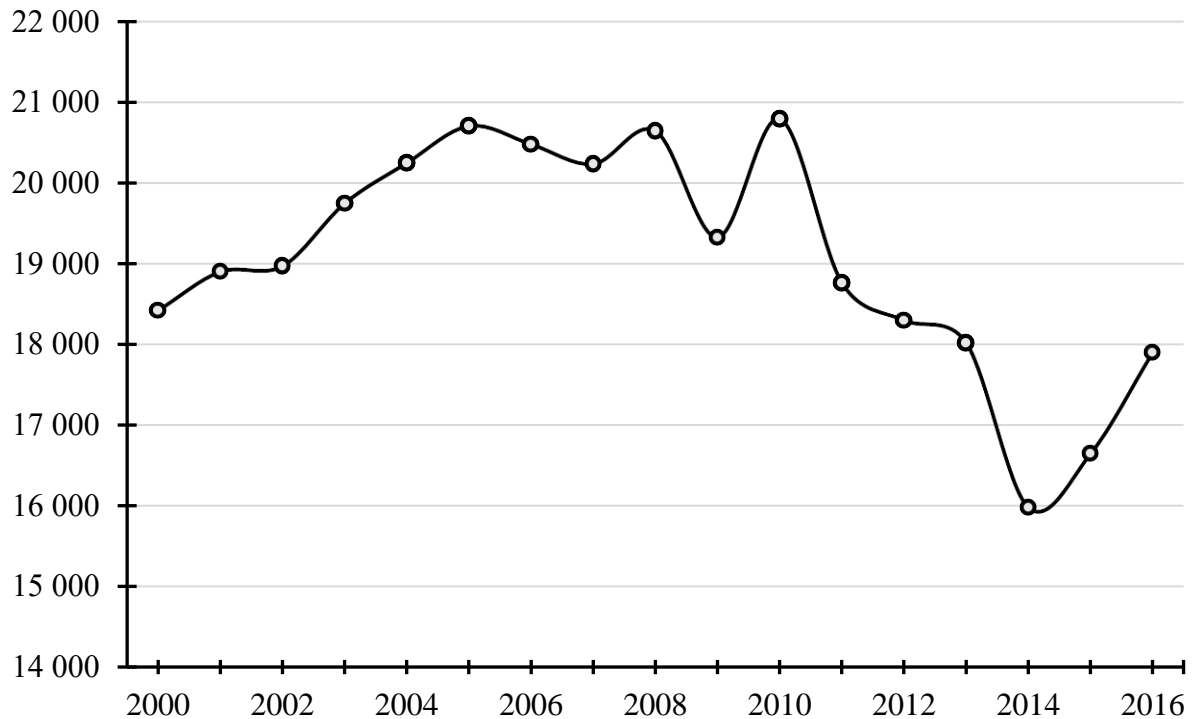


Рис. 2.6. Валове внутрішнє споживання природного газу в ЄС, 2000-2016, тис. тераджоулів [108]

З 2014 року внутрішнє споживання природного газу знов почало зростати і у 2016 році збільшилося на 7 % у порівнянні з 2015 роком. Найбільш значне зростання споживання природного газу у порівнянні з 2015 роком було зафіксовано у Греції (+30,2%), Швеції (+13,0%), Великобританії (+12,9%), Португалії (+ 12,4%) та Ірландії (+11,6%). При цьому в окремих державах-членах ЄС у цей період часу спостерігалось зниження споживання у порівнянні з 2015 роком: в Литві (-10,9%), Люксембурзі (-7,8%), Фінляндії (-6,7%) та Нідерландах (-1,6%) [108].

За перші квартали 2017 року сукупне споживання природного газу перевищило сукупне споживання за аналогічний період 2016 року приблизно на 6 % і можна очікувати, що ця тенденція повільного збільшення споживання природного газу зберігатиметься і за підсумками 2017 року [103].

За прогнозами Міжнародного енергетичного агентства щодо динаміки попиту на природний газ в ЄС (рис. 2.7), починаючи з 2017 року очікується щорічне поступове повільне зниження попиту на природний газ з сукупним зниженням приблизно на 1,7 % у 2022 році в порівнянні з відповідним показником 2017 року [109].

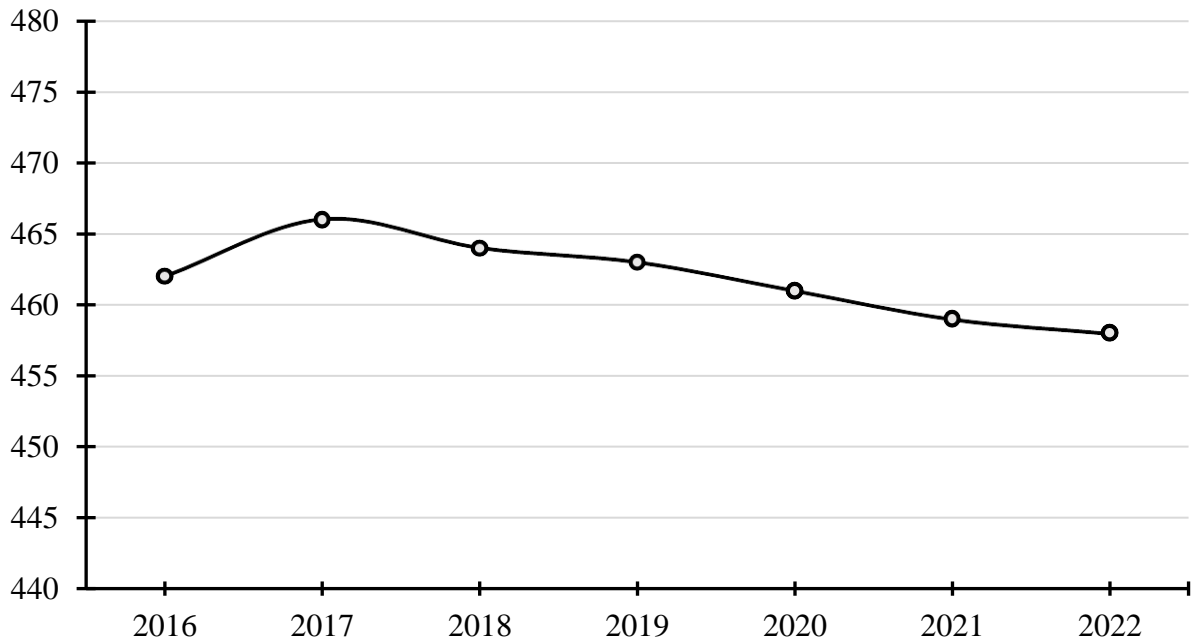


Рис. 2.7. Прогноз попиту на природний газ в ЄС до 2022 року, млрд. кубічних метрів [109]

Але за іншими прогнозами попит на газ в ЄС на найближчі десять років є певною мірою невизначеним, головним чином через неможливість однозначно оцінити вплив майбутньої екологічної політики на сектор енергетики. На період до 2025 року діапазон невизначеності у прогнозах на попит є значним і коливається від зниження попиту до значного його зростання. Єврокомісія прогнозує на перспективу відносно невелике зростання попиту на газ в ЄС [110; 111].

Європейські покупці природного газу більшу частину газу закупають за довгостроковими контрактами за імпортом на постачання природного газу за цінами, які індексуються за цінами на нафту за попередні шість-дев'ять

місяців з використанням спеціального індикатору Platt's North West Europe Gas Contract Indicator (GCI) [103; 112].

Однак, враховуючи те, що одними з ключових елементів лібералізації європейського газового ринку є вільна конкуренція між постачальниками газу та біржове ціноутворення на високоліквідних газових хабах, спотова торгівля стає основним механізмом ціноутворення на європейському ринку природного газу, хоча вона все ще залежить від умов довгострокових контрактів на постачання природного газу. Використання актуальної середньої ціни на природний газ, яка сформована на поточний момент часу на європейському спотовому ринку газу, обумовлено тим, що ціни на газ на спотовому ринку відображають найбільш реальну, актуальну цінову ситуацію на ринку природного газу [102].

Найбільш розвиненими європейськими газовими хабами, які є важливими ринковими елементами і, одночасно, елементами інфраструктури ринку природного газу ЄС, є: Title Transfer Facility (TTF) в Нідерландах, National Balancing Point (NBP) у Великобританії, Zeebrugge Hub (ZEE) у Бельгії, Central European Gas Hub (CEGH) в Австрії, Gaspool (GSL) та Net Connect Germany (NCG) в Німеччині, Point d'Echange de Gaz (PEG) у Франції та Punto di Scambio Virtuale (PSV) в Італії.

Останніми роками маркером для європейських континентальних газових хабів вважається торгівельний майданчик газового хабу TTF, який є одним з найбільш ліквідних газових хабів і який має високий ступінь інтеграції з іншими провідними європейськими газовими хабами. Крім того, коливання цін на газ на торгівельному майданчику газового хабу TTF корелюються із змінами, що відбуваються на інших континентальних хабах ЄС, а індикатори ціни на газ використовуються для укладання довгострокових контрактів на поставки газу [113; 114].

Таким чином, провідний європейський континентальний газовий хаб TTF, який є на даний час найбільшим в ЄС за обсягами торгів природним

газом, став своєрідною відправною точкою для формування спотових цін на природний газ в ЄС.

Загалом успіхи в розвитку спотової торгівлі природним газом в ЄС дозволили почати поступовий перехід від постачання природного газу за довгостроковими контрактами з переважною прив'язкою до нафтових цін до контрактів, за якими ціна на природний газ визначається за формулою, що базується на комбінації нафтових і спотових індексів [101].

Щодо динаміки середньомісячних цін на природний газ в ЄС (рис. 2.8), з 2015 року ціни за індикатором GCI знижувалися і у серпні 2016 року досягли найнижчого за останні 3 роки рівня, але потім знов почали поступово зростати.

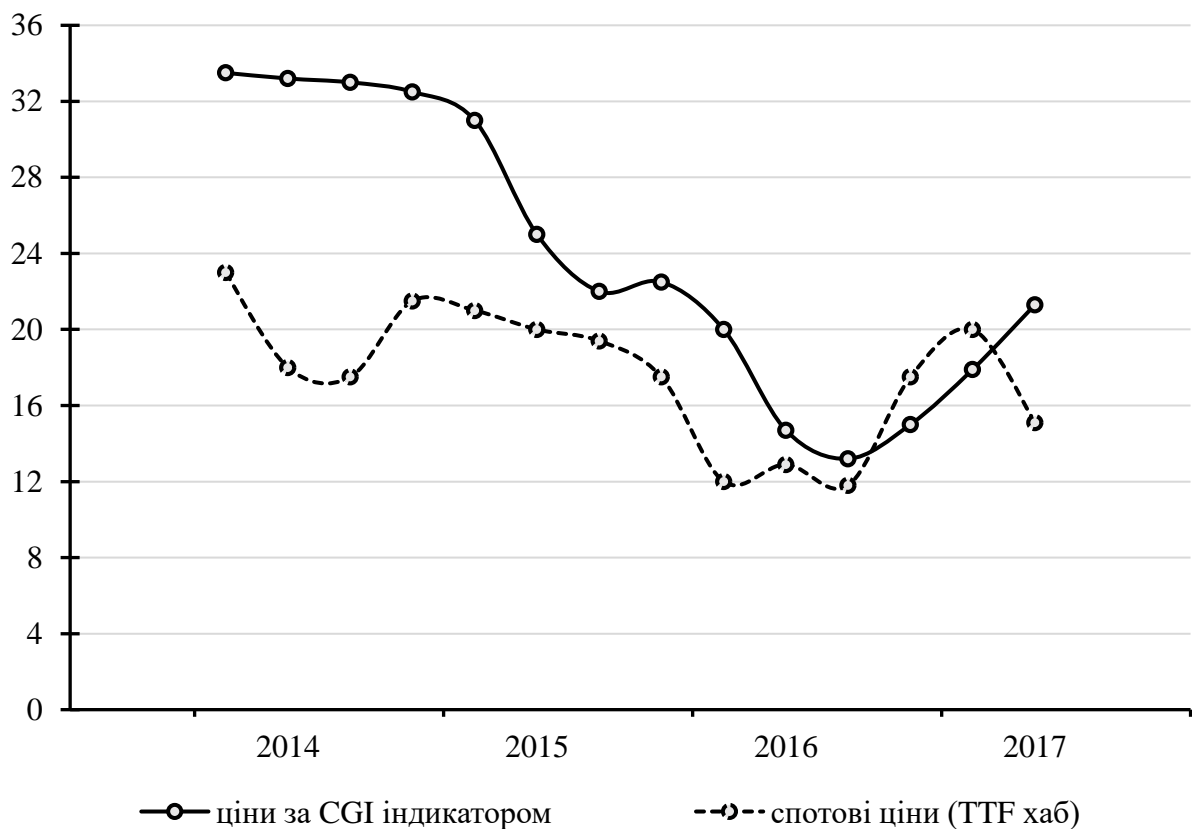


Рис. 2.8. Динаміка середньомісячних цін на природний газ в ЄС, 2014-2017, євро/мегават-година [103]

За винятком періоду часу, починаючи з кінця 2016 року і закінчуючи початком 2017 року, ціни на природний газ за індикатором GCI завжди явно

перевищували спотові ціни на природний газ, які були сформовані за результатами торгів на провідному газовому хабі ТТФ.

У червні 2017 року ціна на газ за індикатором GCI досягла 21,3 євро/мегават-година, що на 6,2 євро/мегават-година більше, ніж спотова ціна на газовому хабі ТТФ. Це найбільша цінова різниця з початку 2016 року. У другому кварталі 2017 року середня ціна за індикатором GCI становила 20,6 євро/мегават-година, що приблизно на 38% більше, ніж за аналогічний період 2016 року [103].

Загалом середньомісячні ціни на природний газ в ЄС у перших кварталах 2017 року показали різноспрямовану динаміку: ціни за індикатором GCI зросли на 19 %, а спотові ціни на газовому хабі ТТФ знизились майже на 24 %.

Незважаючи на скорочення власного виробництва природного газу за останні роки, ЄС є експортером природного газу в інші країни (рис. 2.9).

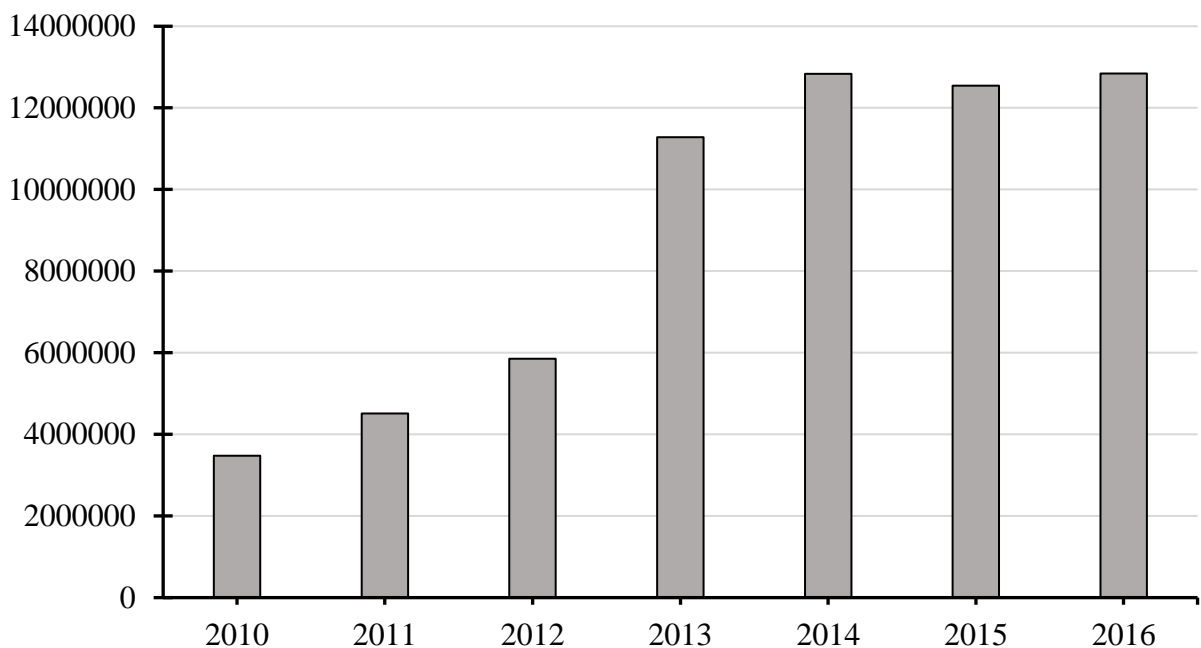


Рис. 2.9. Експорт природного газу ЄС, 2010-2016,
тис. тераджоулів [108]

Розглядаючи динаміку експорту за роками (див. рис. 2.9), можна сказати, що обсяг експорту ЄС, починаючи з 2010 року, стрімко збільшувався з року в рік. Винятком є 2015 рік, коли цей показник трохи знизився в порівнянні з 2014

роком, але у 2016 році знов почалося зростання і було досягнуто найвищого обсягу експорту природного газу ЄС за останні сім років.

Найбільшими державами-експортерами природного газу ЄС є Німеччина, Нідерланди, Словаччина, Австрія, Польща, Чехія.

Показники імпорту природного газу та ЗПГ до ЄС розглянемо у грошових одиницях (мільярдах євро) та у стандартизованих одиницях вимірювання енергії (мільйонах тонн нафтового еквівалента), які використовуються для порівняння кількості енергії з різних джерел на основі застосування відповідних коефіцієнтів перерахунку. Такий підхід дає можливість оцінити динаміку імпорту за роками з урахуванням грошової цінності (волатильності цін) та енергетичної цінності природного газу та ЗПГ.

ЄС є одним з найбільших у світі імпортерів природного газу (рис. 2.10).

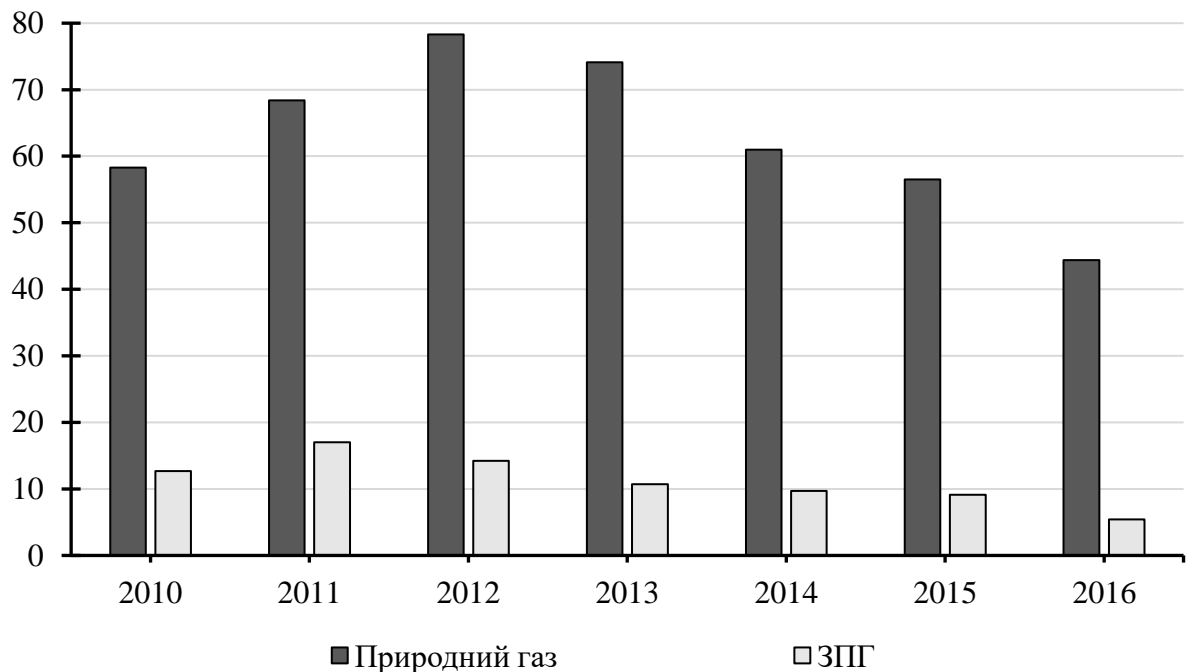


Рис. 2.10. Імпорт природного газу та ЗПГ до ЄС, 2010-2016, млрд. євро [107]

Аналіз динаміки імпорту природного газу до ЄС за роками у мільярдах євро (див. рис. 2.10) свідчить про те, що з 2010 року по 2012 рік включно обсяг

імпорту постійно зростає, досягнув найвищого за останні сім років рівня у 78,3 млрд. євро.

Однак, починаючи з 2012 року встановилася п'ятирічна тенденція зниження обсягу імпорту природного газу, результатом якої є найнижчий обсяг за останні сім років на рівні у 44,4 млрд. євро у 2016 році [107].

Щодо імпорту ЗПГ до ЄС у мільярдах євро (рис. 2.10), тут простежуються подібні тенденції, коли найвищий обсяг імпорту на рівні у 17 млрд. євро було досягнуто у 2011 році, а найнижчий обсяг імпорту на рівні у 5,4 млрд. євро у 2016 році [107].

Аналіз динаміки імпорту природного газу до ЄС за роками у мільйонах тонн нафтового еквівалента (рис. 2.11) свідчить про те, що з 2010 року по 2014 рік включно обсяг імпорту постійно зменшувався, досягнув найнижчого за останні сім років рівня у 172,8 млн. тонн нафтового еквівалента.

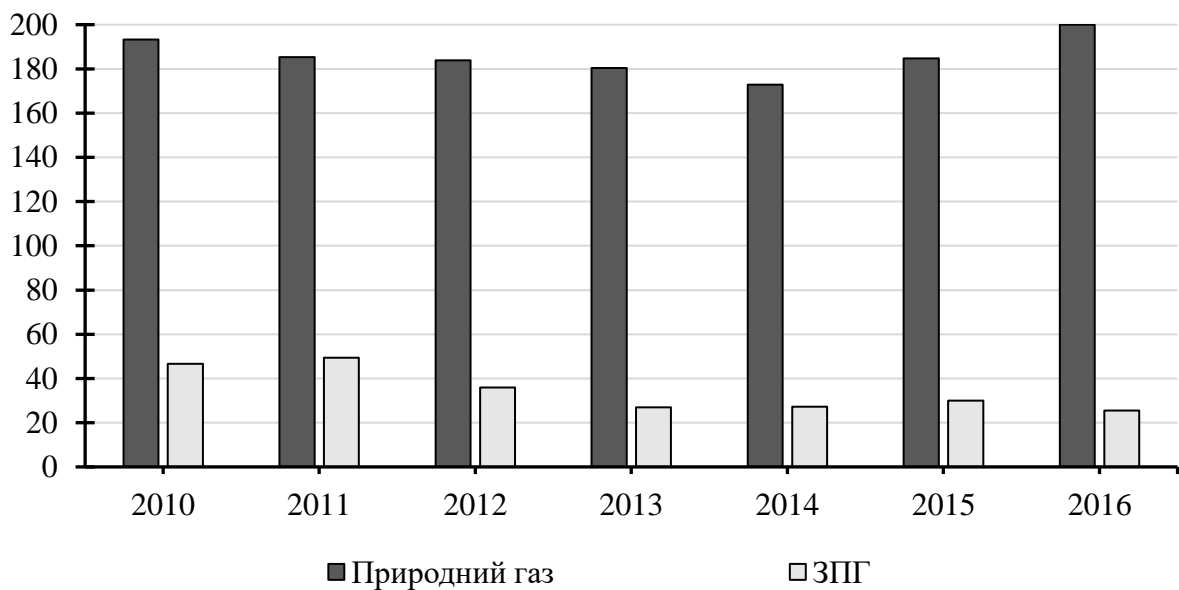


Рис. 2.11. Імпорт природного газу та ЗПГ до ЄС, 2010-2016, млн. тонн нафтового еквівалента [107]

Однак, починаючи з 2014 року встановилася дворічна тенденція збільшення обсягу імпорту природного газу, результатом якої є найвищий

обсяг за останні сім років на рівні у 200 млн. тонн нафтового еквівалента у 2016 році.

Щодо імпорту ЗПГ до ЄС у мільйонах тонн нафтового еквівалента (див. рис. 2.11), тут простежуються інші тенденції, коли з 2010 року по 2011 рік включно обсяг імпорту зростав, досягнувши найвищого за останні сім років обсягу на рівні у 49,4 млн. тонн нафтового еквівалента, у 2013 році обсяг імпорту знизився до 27 млн. тонн нафтового еквівалента, потім знову помірно зростав до 2015 року, досягнувши рівня у 30 млн. тонн нафтового еквівалента, а в 2016 році знов знизився до найнижчого за останні сім років обсягу на рівні у 25,5 млн. тонн нафтового еквівалента [107].

Розглядаючи темпи зростання імпорту природного газу у відсотках, коли імпорт вимірюється у млрд. євро, можна побачити загальну досить стрімку тенденцію зниження обсягів імпорту природного газу за 2010-2016 роки (рис. 2.12). Найбільший темп зменшення обсягу імпорту природного газу зафіксовано у 2016 році, а найбільший темп збільшення – у 2011 році.

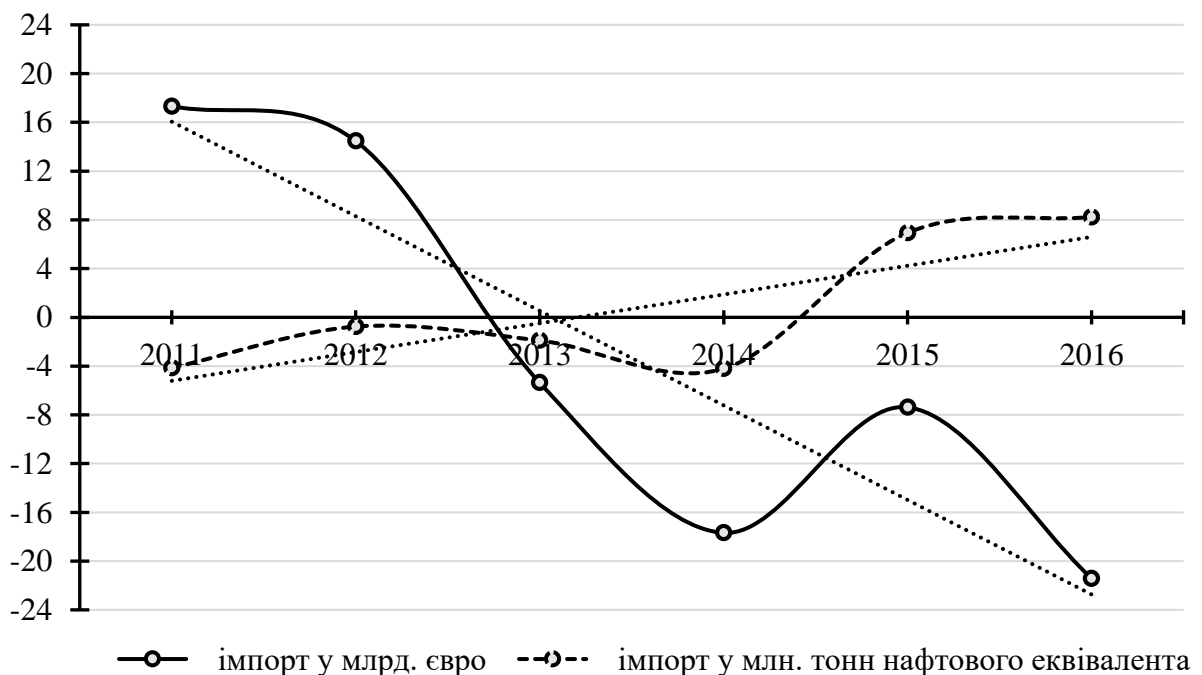


Рис. 2.12. Темпи зростання імпорту природного газу до ЄС, 2011-2016, відсотки [107]

При розгляді темпів зростання імпорту природного газу у відсотках (див. рис. 2.12), коли імпорт вимірюється у мільйонах тонн нафтового еквівалента, прослідковується зворотна тенденція збільшення обсягів імпорту природного газу за той самий період часу. Найбільші темпи зменшення обсягу імпорту природного газу зафіксовано у 2011 та 2014 роках, а найбільший темп збільшення – у 2016 році.

Щодо темпів зростання імпорту ЗПГ до ЄС у відсотках за роками (рис. 2.13), у випадку вимірювання імпорту у млрд. євро простежується загальна стрімка тенденція зменшення обсягу імпорту 2011-2016 років. Найбільший темп зменшення обсягу імпорту ЗПГ зафіксовано у 2016 році, а найбільший темп збільшення – у 2011 році.

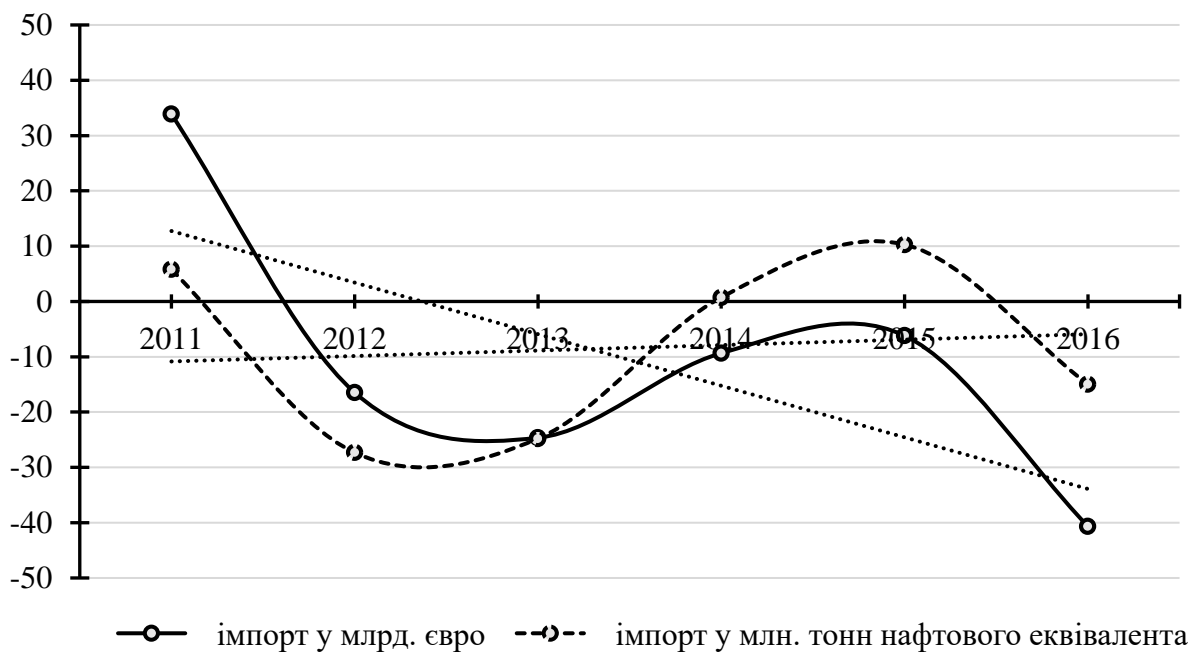


Рис. 2.13. Темпи зростання імпорту ЗПГ до ЄС, 2011-2016, відсотки [107]

У випадку вимірювання імпорту ЗПГ у мільйонах тонн нафтового еквівалента (див. рис. 2.13), простежується зворотна помірна тенденція збільшення обсягу імпорту за той самий період часу. Найбільший темп зменшення обсягу імпорту ЗПГ зафіксовано у першому півріччі 2013 року, а найбільший темп збільшення – наприкінці 2014 році.

Щодо держав-членів ЄС, найбільш значне збільшення обсягу імпорту природного газу в 2016 році у порівнянні з 2015 роком спостерігалось в Румунії, Греції, Хорватії, Угорщині, Словенії та Швеції.

Німеччина в 2016 році була найбільшим в ЄС імпортером природного газу – більше 20% від всього обсягу імпорту ЄС.

Такі країни, як Італія, Іспанія та Велика Британія, мали цей показник в діапазоні від 10% до 20%. Разом з тим, жодна з цих країн не належить до групи держав-членів ЄС, які мають залежність від імпорту з Росії на рівні більше 75%.

Болгарія, Чехія, Естонія, Латвія, Австрія, Польща, Румунія, Словенія, Словаччина та Фінляндія в 2016 році імпортували більше 75% свого національного імпорту природного газу з Росії.

На відміну від цього, частка імпорту природного газу з Росії в національному імпорті Данії, Ірландії, Іспанії, Франції, Хорватії, Кіпру, Люксембургу, Мальти, Португалії та Великої Британії складала менше 25% [107; 108].

Незважаючи на те, що в перших кварталах 2017 року внутрішнє виробництво природного газу збільшилось, за рахунок стійкого рівня споживання було забезпечено зростання загальних обсягів імпорту природного газу в порівнянні з аналогічним періодом 2016 року: чистий імпорт природного газу за цей період зріс майже на 10 %.

На найбільших національних газових ринках ЄС чистий імпорт природного газу таких країн, як Італія, Франція та Велика Британія, збільшився на 17 %, 11 % та 7 % відповідно, на відміну від Німеччини, яка чистий імпорт природного газу зменшила на 12 % [103].

Найбільш крупними зовнішніми постачальниками природного газу та ЗПГ до ЄС за імпортом (рис. 2.14) є Росія (39,7 %), Норвегія (34,1 %), Алжир (15,2 %) та Катар (5,1 %).

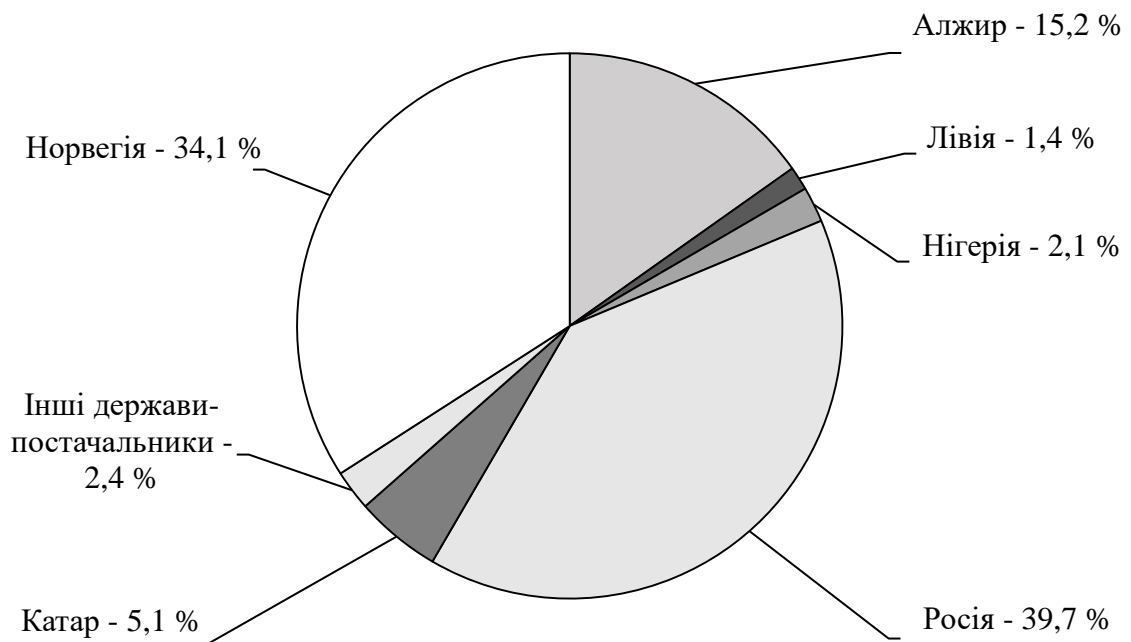


Рис. 2.14. Поточний портфель зовнішніх постачальників природного газу та ЗПГ до ЄС, 2016, (імпорт у млрд. євро) [107]

В 2016 році загальна залежність економіки ЄС від природного газу склала 70,4 %, демонструючи незначне зростання в порівнянні з минулим 2015 роком (69,3 %). Більше половини від валового внутрішнього споживання енергії в ЄС задовольняється за рахунок імпортних джерел, а за підсумками 2016 року як найменше 11 держав-членів ЄС (рис. 2.15) мають залежність від імпорту газу на рівні, який перевищує 90%, з яких такі держави як Бельгія, Люксембург, Литва, Естонія та Фінляндія є абсолютно залежними від імпорту газу. Загальна залежність ЄС від імпорту газу склала 52,7 % [108; 115].

У той же час єдиними державами-членами ЄС, які є чистими експортерами природного газу ЄС, тобто державами які є абсолютно незалежними від імпорту природного газу, є такі держави як Данія та Нідерланди.

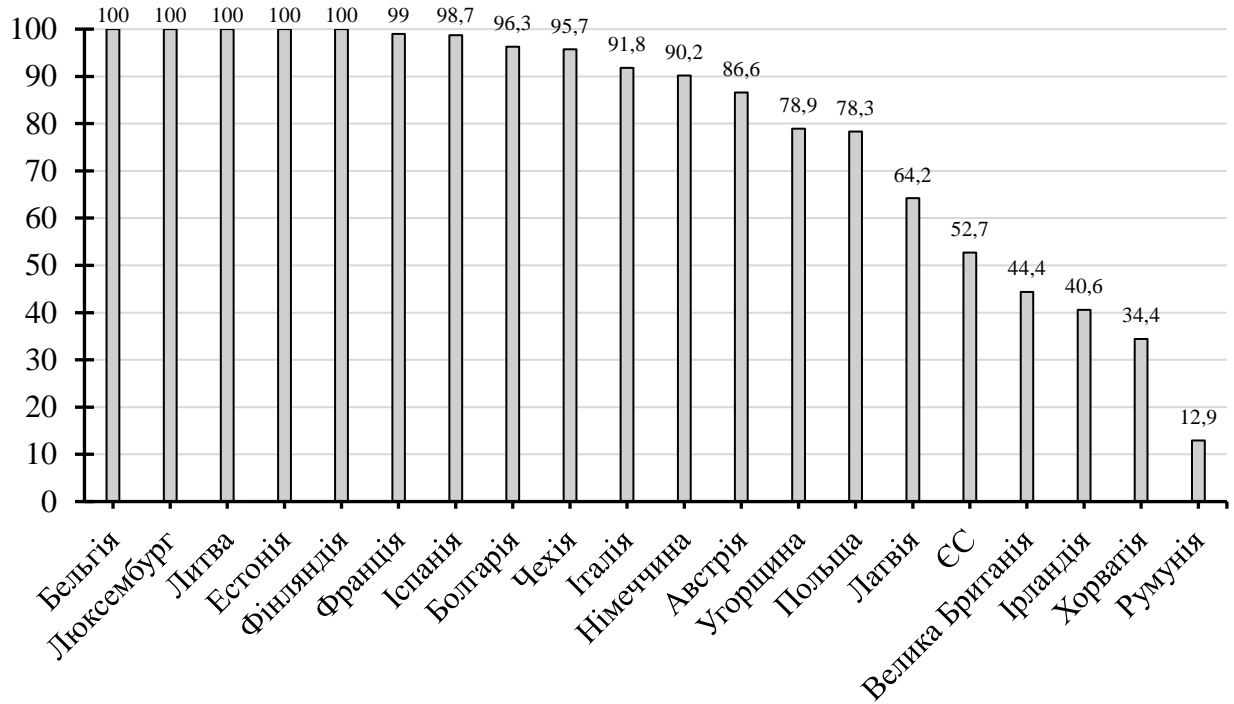


Рис. 2.15. Рейтинг залежності від імпорту природного газу держав-членів ЄС, 2016, відсотки [115]

Відповідно до прогнозів розвитку газового ринку ЄС на період до 2035 року очікується, що структура постачальників природного газу та ЗПГ до ЄС найближчим часом і особливо у довгостроковій перспективі буде суттєво змінюватися (рис. 2.16).

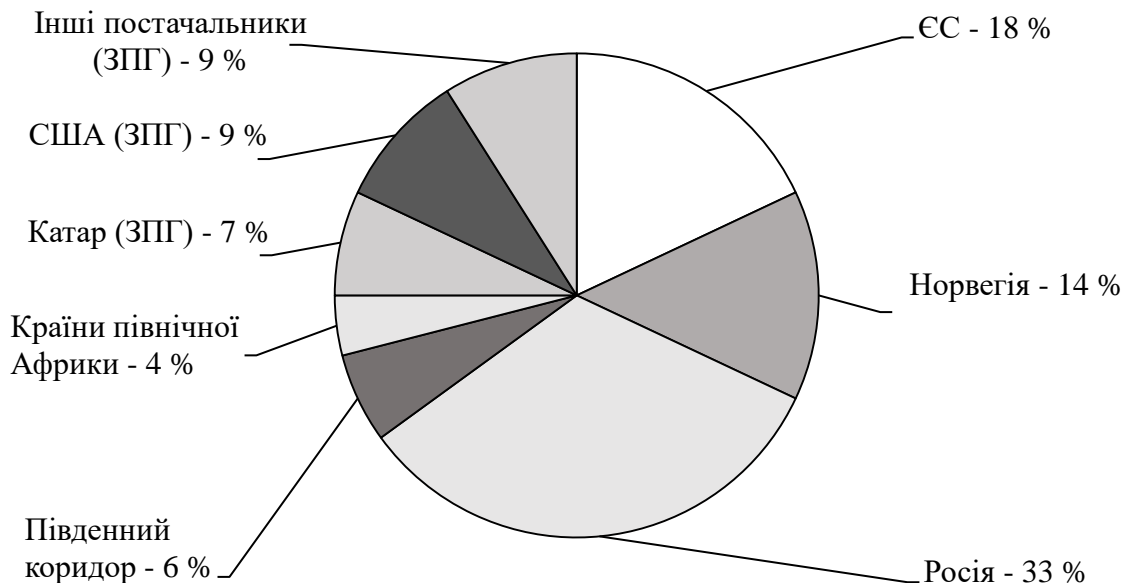


Рис. 2.16. Структура постачальників природного газу та ЗПГ до ЄС на перспективу до 2035 року (постачання у млрд. кубічних метрів) [116]

Оскільки виробництво природного газу в ЄС та Норвегії продовжуватиме своє скорочення, Росія збереже свої позиції як найбільший постачальник природного газу до ЄС до 2035 року. Частка Росії на європейському газовому ринку у 2035 році збільшиться до 33 % (проти 27 % у 2014 році). На перспективу до 2035 року найбільше зростання у задоволенні потреб ЄС щодо газу належатиме саме ЗПГ, очікується, що його імпорт у 2035 році складатиме 25 % від сукупного обсягу постачання газу до ЄС, що на 16 % вище, ніж у 2014 році [116].

Таким чином, ринок природного газу ЄС займає одне з ключових місць в загальній структурі виробництва первинної енергії в ЄС, в якому частка природного газу складає біля 14 %. У загальній структурі експорту енергоресурсів ЄС частка природного газу складає 13 %, а частка ЗПГ – 4,7 %. У загальній структурі імпорту енергоресурсів ЄС частка природного газу складає 21,6 %, а частка ЗПГ – 2,6 %.

Загальним вектором розвитку ринку природного газу ЄС є формування єдиного лібералізованого конкурентоспроможного європейського газового ринку, ключовими елементами якого є вільна конкуренція між постачальниками природного газу та біржове ціноутворення на високоліквідних газових хабах.

Основними сучасними тенденціями розвитку ринку природного газу ЄС за різними його аспектами є наступне:

- виробництво природного газу в ЄС за останні роки характеризується стійкою восьмирічною тенденцією зниження його рівня, результатом якої стало загальне скорочення виробництва природного газу приблизно на 60 % за період 2008-2016 років;

- внутрішнє споживання природного газу в ЄС після стрімкого зниження 2010-2014 років почало зростати і у 2016 році збільшилося на 7 % у порівнянні з попереднім роком;

- за прогнозами попит на газ в ЄС на найближчі десять років є певною мірою невизначеним через неможливість однозначно оцінити вплив

майбутньої екологічної політики на сектор енергетики і на період до 2025 року розбіжності у існуючих прогнозах є значними – від зниження попиту до значного його зростання, але Єврокомісія прогнозує на перспективу відносно невелике зростання попиту на газ в ЄС;

– середньомісячні ціни на природний газ в ЄС у перших кварталах 2017 року показали різноспрямовану динаміку: ціни за індикатором GCI зросли на 19 %, а спотові ціни на газовому хабі TTF за цей же період часу знизились майже на 24 %;

– спотова торгівля природним газом як основний механізм ціноутворення на ринку природного газу ЄС розвивається дуже активно;

– у 2016 році після нетривалого зниження у попередньому році знов почалося зростання обсягу експорту природного газу ЄС і було досягнуто найвищого за останні сім років рівня (у тис. тераджоулів);

– для імпорту природного газу ЄС у мільярдах євро характерною є поточна п'ятирічна тенденція зниження його обсягу, результатом якої є найнижчий його рівень у 44,4 млрд. євро у 2016 році;

– для імпорту природного газу ЄС у мільйонах тонн нафтового еквівалента характерною є поточна дворічна тенденція збільшення його обсягу, результатом якої є найвищий його рівень у 200 млн. тонн нафтового еквівалента у 2016 році;

– обсяг імпорту ЗПГ до ЄС у 2016 році знизився у порівнянні з попереднім роком і у мільйонах тонн нафтового еквівалента, і у мільярдах євро, але згодом роль ЗПГ у задоволенні потреб ЄС щодо газу буде зростати – очікується, що його імпорт у 2035 році складатиме 25 % від сукупного обсягу постачання газу до ЄС;

– найбільш крупними зовнішніми постачальниками природного газу та ЗПГ до ЄС за імпортом є Росія (39,7 %), Норвегія (34,1 %), Алжир (15,2 %) та Катар (5,1 %), при цьому Росія збереже свої позиції як найбільший постачальник природного газу до ЄС і на період до 2035 року, оскільки

прогнозується, що виробництво природного газу в ЄС та Норвегії у цей період часу продовжуватиме скорочуватися;

– за підсумками 2016 року як найменше 11 держав-членів ЄС мають залежність від імпорту газу на рівні, який перевищує 90%, з яких Бельгія, Люксембург, Литва, Естонія та Фінляндія є абсолютно залежними від імпорту природного газу. Залежність ЄС в цілому від імпорту газу склала 52,7 %

2.2 Тенденції диверсифікації ринку природного газу ЄС в напрямку забезпечення енергетичної безпеки

Політична напруженість останніх років між ЄС та Росією підвищила актуалізацію питань енергетичної безпеки у загальному форматі енергетичної політики ЄС. Надмірна залежність ЄС від імпорту природного газу з Росії стала додатковим поштовхом до подальшого розвитку форм, засобів та шляхів диверсифікації постачання природного газу до держав-членів ЄС з метою забезпечення безпеки постачання природного газу і енергетичної безпеки в цілому.

Деякі проблемні питання безпеки постачання природного газу регулюються окремими державами-членами ЄС в національному масштабі, в той час як питання, які є загальними для всіх держав-членів ЄС, підпадають під регулятивний вплив ЄС.

Кажучи про безпеку постачання природного газу до держав-членів ЄС, варто розрізняти різні аспекти безпеки його постачання, кожен з яких характеризується своїми власними проблемними питаннями, умовами та варіантами вирішення, а також відповідною часовою перспективою (від днів до років).

У цьому контексті можна виділити наступні актуальні для ЄС складові безпеки постачання, такі як [110]:

– операційна безпека постачання (безпека у короткостроковій часовій перспективі), яка характеризується здатністю забезпечувати достатній обсяг

природного газу в будь-який день протягом року (особливо у холодний період року);

– стратегічна безпека постачання, яка характеризується здатністю забезпечувати належні умови постачання у разі переривання або суттєвого скорочення внутрішнього або зовнішнього постачання, які можуть виникати внаслідок проблем, пов'язаних з джерелами постачання або газовою інфраструктурою;

– довгострокова безпека постачання (безпека у довгостроковій часовій перспективі), яка полягає у забезпеченні адекватного та доступного постачання у середньостроковій та довгостроковій перспективі;

– геополітична безпека постачання, яка включає заходи щодо зниження ймовірності або наслідків геополітичних конфліктів, що можуть призвести до переривання або суттєвого скорочення постачання з однієї або декількох держав (включаючи транзитні держави) або з різних джерел.

Крім того, для ЄС безпека постачання природного газу має як зовнішній, так і внутрішній аспекти. Внутрішній аспект безпеки постачання природного газу стосується того, яким чином окремі держави-члени ЄС та ЄС в цілому вирішують питання безпеки своїх енергетичних систем. Підвищення операційної та довгострокової безпеки, як правило, є відповідальністю окремої держави-члена ЄС та учасників її ринку, яка передбачає тісну співпрацю з іншими державами-членами ЄС. Операційна та стратегічна безпека можуть передбачати здійснення значних інвестицій в газову інфраструктуру.

Враховуючи різноманітні комплекси енергоносіїв, які використовуються в різних державах-членах ЄС, застосування єдиного для всіх держав-членів ЄС механізму забезпечення безпеки постачання або встановлення єдиного стандарту безпеки постачання є дуже важким завданням.

Аналіз показує, що рішення щодо операційної та стратегічної безпеки постачання спочатку приймаються в рамках енергетичних систем окремих держав-членів ЄС. У цьому зв'язку держави-члени ЄС приймають рішення в напрямку диверсифікації можливостей використання природного газу для

генерації електричної та теплової енергії та/або в напрямку створення стратегічних резервів природного газу на основі розвитку власних газових сховищ. Що стосується стратегічної безпеки постачання, то ці заходи можуть бути доповнені відповідною співпрацею з іншими державами-членами ЄС та здійсненням інвестицій в нові інфраструктурні проекти (наприклад, ЗПГ-термінали або газові трубопроводи-інтерконнектори) [48].

Зовнішній аспект безпеки постачання природного газу стосується стратегічної та довгострокової безпеки постачання газу до ЄС. Дефіцит зовнішнього постачання, який може виникнути внаслідок перебоїв у постачанні або постачання у недостатньому обсязі, може мати відношення до кожної держави-члена ЄС і тому є предметом їх індивідуальної уваги. Проте адекватна безпека зовнішнього постачання не обов'язково може однаково задовольняти інтереси окремих держав-членів ЄС. Кожна держава-член ЄС має власну відповідальність за національну безпеку постачання.

Стратегічна безпека постачання газу стосується не лише постачання природного газу з певних джерел, але вона також залежить від маршрутів постачання з цих джерел до ЄС. Забезпеченню безпеки постачання сприяє наявність достатньої кількості ЗПГ-терміналів, а також можливість вибору альтернативних трубопровідних маршрутів постачання природного газу до держав-членів ЄС.

Незважаючи на те, що роль природного газу в енергетичній системі ЄС та, відповідно, рівень попиту на природний газ в ЄС в середньостроковій та довгостроковій перспективі є певною мірою невизначеними, в будь-якому випадку можна певно казати про те, що в майбутньому залежність ЄС від імпорту газу зростатиме внаслідок скорочення внутрішнього виробництва природного газу в державах-членах ЄС. Тому ЄС концентрує свою увагу на пошуку форм, способів та шляхів диверсифікації постачання природного газу з метою зменшення залежності від імпорту газу і, у першу чергу, від імпорту природного газу з Росії.

Диверсифікація в класичному розумінні на основі широкого кола різноманітних варіантів надійного постачання газу за довгостроковими контрактами має певні обмеження, принаймні в середньостроковій та довгостроковій перспективі. З точки зору залучення нових потенційних джерел постачання газу, ЄС на даний час є не дуже привабливим ринком для постачання газу на довгостроковій основі, особливо з огляду на те, що основні учасники ринку природного газу ЄС мають стримане бажання брати на себе додаткове фінансове забезпечення укладання нових довгострокових контрактів на постачання газу. Крім того, поки на найближчу перспективу роль та питома вага природного газу в комплексі первинних джерел енергії та видів палива ЄС залишається певною мірою невизначеною, не створюється додаткових стимулів для укладання довгострокових контрактів на постачання природного газу.

Сучасний ринок природного газу ЄС фактично є ринком покупця, що дає можливість для реалізації іншого виду диверсифікації, яка заснована на підвищенні рівня конкуренції на ринку природного газу ЄС. Цей ринок характеризується значними обсягами природного газу, який постачається по трубопроводах переважно з Росії, але потенційно значні обсяги ЗПГ, які на даний час є надлишковими на світовому ринку природного газу, можуть бути залучені на ринок ЄС через наявні ЗПГ-термінали держав-членів ЄС і, тим самим, це може скласти суттєву конкуренцію постачанню природного газу з Росії по трубопроводах.

Диверсифікація імпорту природного газу визначається як спосіб підвищення безпеки постачання, а тому є одним з найважливіших питань енергетичної політики ЄС. Крім підвищення безпеки постачання диверсифікація імпорту природного газу сприяє розвитку та посиленню конкурентних відносин між зовнішніми постачальниками і, таким чином, забезпечує конкурентні ціни на природний газ. При вирішенні проблем безпеки постачання значна увага приділяється географічному походженню

трубопроводного газу, а також питанням організації ринку газу, тобто кількості учасників ринку з однієї або різних географічних локацій.

У сучасному європейському бізнес-середовищі концепція диверсифікації на основі різноманітних довгострокових контрактів (далі – контрактна диверсифікація), яка заснована на довгострокових контрактах на постачання природного газу і останнім часом була традиційною концепцією диверсифікації в ЄС, на даний час не може повною мірою забезпечити отримання додаткових обсягів імпорту природного газу. Враховуючи сучасні тенденції розвитку світового ринку природного газу, найбільш привабливою альтернативою на найближчі роки є інша концепція диверсифікації постачання, яка є диверсифікацією на основі розвитку конкуренції (далі – конкурентна диверсифікація) [48].

Диверсифікація постачання природного газу значною мірою сприяє забезпеченню (підвищенню) загальної безпеки постачання. Це ринковий механізм, який передбачає постачання товару на ринок і наявність відповідної інфраструктури. Для забезпечення ефективності цього механізму треба, щоб природний газ постачався на ринок з різних джерел незалежними шляхами, використовуючи надійні та безпечні транспортні маршрути та засоби імпорту. Диверсифікація маршрутів постачання підвищує стратегічну безпеку постачання.

Що стосується розвитку газової інфраструктури з цього приводу, то ЄС має відповідні плани щодо створення нових потужностей для постачання природного газу по трубопроводах та подальшого розвитку ЗПГ-інфраструктури та інфраструктури зберігання газу.

Незважаючи на те, що на даний час ЄС вже має велику кількість потужних терміналів для прийому ЗПГ уздовж свого узбережжя, в 2016 році в ЄС була прийнята Стратегія щодо подальшого розвитку ЗПГ-інфраструктури та інфраструктури зберігання газу.

В цій Стратегії подальша диверсифікація постачання природного газу в ЄС визначається як ключова мета, зокрема, оскільки внутрішнє виробництво

природного газу в ЄС продовжуватиме зменшуватися на протязі найближчих десятиріч.

Вразливість внаслідок збільшення залежності держав-членів ЄС від імпорту газу може бути пом'якшена, якщо ринок природного газу буде гнучким та здатним реагувати на можливі негативні зміни у постачанні газу. Саме тому ця Стратегія спрямована на розвиток потенціалу інфраструктури ЗПГ та зберігання газу, щоб зробити ринок природного газу ЄС більш диверсифікованим та гнучким, що сприятиме досягненню ключової мети Енергетичного Союзу щодо забезпечення безпечного, стійкого та конкурентного постачання природного газу до ЄС і, в цілому, підвищенню загальної енергетичної безпеки ЄС [117].

Контрактна диверсифікація може бути реалізована шляхом створення системи безпечних, довгострокових механізмів постачання з різних джерел на твердій договірній основі. На сучасному ринку природного газу ЄС переважають покупці, тому для основних учасників ринку, незважаючи на те, що деякі з існуючих довгострокових контрактів на постачання природного газу до держав-членів ЄС є чинними до 2035 року, продовження забезпечення диверсифікації постачання переважно на основі укладання нових довгострокових контрактів з метою задоволення майбутнього попиту на газ значною мірою стає менш привабливим.

Основні цілі диверсифікації також можуть бути реалізовані на основі моделі ринка, для якого характерною рисою є саме конкурентна диверсифікація, яка спирається на лібералізовану модель ринку природного газу ЄС, засновану на торговельних майданчиках газових хабів, високій ліквідності, достатній ємності ринку та високій конкуренції між різними джерелами постачання газу, що відповідають різним ціновим рівням. На цьому ринку в будь-який час має існувати два або більше зовнішніх постачальників, які бажають постачати природний газ на ринок ЄС. Крім того, ці зовнішні постачальники мають бути забезпечені достатньою інфраструктурою на кордонах ЄС для ефективного постачання газу на ринок ЄС.

Розглянемо тенденції диверсифікації ринка природного газу ЄС за цими двома видами диверсифікації.

Щодо контрактної диверсифікації, зазначимо, що значна частка попиту на природний газ в ЄС покривається за рахунок довгострокових контрактів на постачання природного газу – традиційної основи постачання газу в ЄС, хоча частка цих контрактів у загальній пропозиції останнім часом зменшується.

Торгівля природним газом в ЄС традиційно була організована на основі:

- використання довгострокових контрактів на постачання газу між великими виробниками та (часто національними) торговельними посередниками (реселлерами);

- комерційної діяльності посередників, які постачали газ на національні ринки газу окремих держав-членів ЄС, що забезпечувало належний обсяг ринку;

- використання чистої експортної вартості з індексацією за цінами на нафту, що гарантувала конкурентоспроможність на енергетичному ринку ЄС порівняно з іншими видами енергоресурсів та палива.

Ця модель ринку дозволяла реселлерам ЄС як спільно, так і індивідуально, отримувати можливість постачання з нових, віддалених джерел. Зберігаючи постачання з різних джерел, реселлери на великих національних газових ринках, які покладалися на імпорт, підтримували надійні та різноманітні портфелі постачання. Більшість менших національних газових ринків, особливо поблизу східного кордону ЄС, використовували єдиного постачальника газу. В цілому жоден зовнішній постачальник газу до ЄС не мав частки на ринку понад 30%.

Такі довгострокові контракти все ще є основою сучасного ринку природного газу ЄС. Проте, в подальшому питома вага контрактної диверсифікації буде зменшуватися, принаймні у середньостроковій перспективі.

Контрактна диверсифікація потребує як бажання покупців ЄС укласти довгострокові контракти з зовнішніми постачальниками, так і готовності і

можливості зовнішніх постачальників укладати довгострокові контракти з покупцями ЄС. У покупців ЄС є стримане бажання слідувати цьому варіанту внаслідок існування більш привабливих альтернативних варіантів. Проте у багатьох випадках зовнішнім постачальникам, що беруть участь у нових проектах, потрібні довгострокові контракти, щоб фінансувати свої значні інвестиції в нову інфраструктуру виробництва та транспортування. З огляду на цю обставину та можливі альтернативні варіанти, деякі зовнішні постачальники природного газу не розглядають ринок ЄС в якості свого цільового ринку.

Розглядаючи перспективи для покупців газу ЄС в контексті контрактної диверсифікації, треба відзначити, що попит на газ в ЄС на найближчі десять років є певною мірою невизначеним, головним чином через невизначеність впливу майбутньої екологічної політики на сектор енергетики. На період до 2025 року діапазон невизначеності у прогнозах попиту на газ в ЄС є значним і включає як сценарії поступового зниження попиту, так і сценарії значного зростання попиту на газ. Єврокомісія, у свою чергу, прогнозує на перспективу відносно невелике зростання попиту на газ в ЄС. На даний час невизначеність попиту на газ не сприяє здійсненню інвестицій у проекти щодо постачання газу з нових джерел, але за будь-яких сценаріїв потреба ЄС в імпорті природного газу не зменшиться внаслідок скорочення власного виробництва природного газу [110; 111; 118].

На ринок природного газу ЄС позитивно можуть вплинути поточні тенденції світового ринку ЗПГ, який на найближчу перспективу залишатиметься ринком покупця через очікувані надлишкові обсяги виробництва ЗПГ, головним чином викликані очікуваним швидким зростанням попиту на газ на азійському сегменті світового ринку ЗПГ. Якщо весь інший попит на ЗПГ за межами ЄС буде задоволений, то вільна частина цього надлишкового обсягу може бути спрямована до ЄС та може скласти конкуренцію у постачанні газу на ринок ЄС. Покупці цього відносно недорогого ЗПГ можуть отримати додаткові переваги перед тими покупцями,

які отримують газ за довгостроковими контрактами на постачання природного газу [119].

Крім того, ринок природного газу ЄС може отримати додаткові обсяги природного газу з Росії, які не вимагають обов'язкового укладання довгострокових контрактів. За прогнозами, додаткові 100 млрд. куб. метрів на рік (або навіть більше) можуть бути вироблені в Росії за відносно короткий час (менше двох років) та поставлені на ринок ЄС з відносно невеликими додатковими витратами. Внаслідок цього надлишку газу з Росії, покупці ЄС, які мають довгострокові контракти, можуть отримати додаткові конкурентні ризики [120].

На лібералізованому ринку ЄС єдиною твердою гарантією для покупця є забезпечення достатнього обсягу природного газу для покриття його короткострокових контрактів на постачання газу для своїх клієнтів і якщо в найближчому майбутньому природний газ буде постачатися на ринок ЄС в достатніх обсягах і потенційно будуть в наявності альтернативні варіанти постачання, то покупці ЄС не матимуть особливих стимулів для укладання нових довгострокових контрактів на постачання природного газу.

Розглядаючи перспективи для зовнішніх постачальників природного газу з існуючих джерел по трубопроводах, з якими на даний час укладені довгострокові контракти, треба сказати, що з усіх поточних постачальників тільки Росія має можливість продавати додаткові обсяги газу за довгостроковими контрактами протягом найближчих років. Як основний постачальник природного газу в ЄС по трубопроводах Росія на даний час розглядає різні стратегічні варіанти того, як краще позиціонувати себе на ринку природного газу ЄС, і зацікавлена в укладанні нових довгострокових контрактів на постачання газу в ЄС. Але в найближчому майбутньому, враховуючи поточні ринкові умови та міркування щодо безпеки постачання газу до держав-членів ЄС, імпорт природного газу в ЄС за таким сценарієм є малоімовірним, проте цілком ймовірно, що діючі довгострокові контракти можуть бути продовжені [110; 120].

Розглядаючи перспективи для основних поточних зовнішніх постачальників ЗПГ, до яких відносяться Катар, Алжир, Нігерія, Тринідад і Тобаго, тільки Катар може збільшити продажі ЗПГ за довгостроковими контрактами для покупців ЄС. На даний час Катар ще не повністю використовує власні потужності щодо регазифікації в ЄС і зосереджений на створенні додаткових торгових точок продажу свого ЗПГ на ринку природного газу ЄС [110; 119].

Щодо нових можливих варіантів постачання ЗПГ до ЄС, то заслуговують на увагу варіанти постачання ЗПГ з США та Австралії, які нещодавно вийшли на ринок або отримали остаточні інвестиційні рішення. Але ті частки австралійського та американського ЗПГ, які на даний час не законтрактовані, можуть бути спрямовані на короткостроковій або довгостроковій основі на більш привабливі ринки ніж ринок газу ЄС, швидше за все на азійський ринок газу, який останнім часом зростає.

В цілому, проекти, які пов'язані з вже існуючими трубопроводами або ЗПГ-терміналами, як правило, потребують набагато менших капіталовкладень, ніж проекти, пов'язані з розробкою нових родовищ, і можуть не вимагати укладання довгострокових контрактів як передумови для інвестицій. Отже, такі проекти можуть сприяти створенню додаткових вільних обсягів газу, які можуть бути реалізовані за гнучкими схемами.

Щодо постачання газу до ЄС з нових потенційних джерел, то треба врахувати те, що такі проекти потребують значних інвестицій в інфраструктуру виробництва та транспортування. Довгострокові контракти з надійними учасниками ринку надають інвесторам гарантований попит та сприяють фінансуванню цих проектів, як для постачання газу по трубопроводах, так і через ЗПГ-інфраструктуру. Тому розробники таких проектів зазвичай зацікавлені в укладанні саме довгострокових контрактів. Але поточні ціни на газ на ринку ЄС не створюють суттєвої економічної основи для розробки проектів щодо реалізації значних обсягів постачання з нових джерел.

Постачальниками природного газу до ЄС з нових потенційних джерел по трубопроводах можуть стати Туркменістан, Ірак, Іран, Азербайджан або країни Східного Середземномор'я. Туркменістан і Азербайджан мають особливу зацікавленість у продажі газу до ЄС, щоб відповідно здійснювати диверсифікацію попиту на основі існуючої інфраструктури. Інші постачальники не мають особливої зацікавленості у виході на ринок ЄС, оскільки вони мають більш привабливі та доступні варіанти постачання [121].

Азербайджан з найменшими перешкодами може бути альтернативою постачанню газу з Росії по трубопроводах, але не може запропонувати великих обсягів постачання. Крім того, будь-який варіант постачання природного газу до ЄС по трубопроводах потребує нової інфраструктури: витрати на транспортування газу по трубопроводах на великі відстані є дуже високими і можуть стати доступними лише за наявності підтверджених запасів газу в значних обсягах.

Якщо зазначені вище країни матимуть за мету постачання природного газу до ЄС, то їхні маршрути постачання, швидше за все, перетинатимуть територію Туреччини. При цьому, зростаюча потреба у газі на внутрішньому ринку Туреччині негативно впливатиме на перспективи постачання газу до ЄС за цими альтернативними варіантами.

Крім того, Туреччина сама останнім часом шукає власні варіанти диверсифікації імпорту газу і у цьому зв'язку на увагу заслуговує проект газопроводу «Турецький потік» з Росії по дну Чорного моря в європейську частину Туреччини, який на даний час активно реалізується. Планується, що «Турецький потік» безпосередньо з'єднає газотранспортну систему Туреччини з російськими запасами природного газу і забезпечить постачання газу до Туреччини, а також до країн Південної і Південно-Східної Європи.

Цей трубопровід складається з двох ниток, потужність кожної з яких становить 15,75 млрд. куб. метрів на рік. Перша нитка призначена для постачання газу турецьким споживачам, а друга – споживачам країн Південної та Південно-Східної Європи. Загальна потужність газопроводу – 31,5 млрд.

куб. метрів на рік. Першу нитку планується ввести в березні 2018 року, а введення другої нитки очікується в 2019 році [122].

Точкою отримання газу для турецьких споживачів визначено місто Люлебургаз, а для європейських споживачів – ділянку турецько-грецького кордону в місцевості Іпсала. Передбачається, що на турецько-грецькому кордоні буде створено газовий хаб і країни ЄС будуть самостійно розвивати інфраструктуру для транспортування газу на свою територію.

У цьому зв'язку Італія має намір отримати прямий доступ до природного газу з Росії через свій газопровід «Посейдон», який був розроблений з метою з'єднання газотранспортних систем Греції та Італії. Планується розширення газопроводу для забезпечення прямого постачання газу з турецько-грецького кордону до Італії. Остаточне інвестиційне рішення по даному проекту планується прийняти в кінці 2019 року (в цей час планується завершення будівництва «Турецького потоку»), а будівництво газопроводу може зайняти 3-4 роки [123].

Таким чином, Італія фактично має намір відмовитися від транзиту природного газу через територію України і отримувати газ для свого півдня – через «Посейдон» і «Турецький потік», а для півночі країни через «Північний Потік-2» на газовому хабі поблизу німецького міста Баумгартен.

Загалом, можна стверджувати, що у найближчі п'ять років ЄС навряд чи зможе отримувати значні обсяги природного газу з нових джерел по трубопроводах.

Щодо постачання ЗПГ до ЄС з нових потенційних джерел, то інвесторам в нові джерела постачання, по яких ще не прийняті інвестиційні рішення, треба знайти такі ділові та цінові варіанти, які сприятимуть здійсненню великих інвестицій. Тому вони намагаються заключити довгострокові контракти, принаймні, на значну частину обсягів газу, щоб зробити свої проекти такими, що заслуговують на фінансування. Крупні інвестори також можуть здійснити інвестиції у проекти постачання ЗПГ без укладання довгострокових контрактів, якщо ці проекти не потребуватимуть зовнішнього фінансування.

Якщо довгострокові контракти вимагатимуть значних підтримуючих інвестицій у нові проекти постачання ЗПГ, то інвесторам буде важко знайти покупців у ЄС для виконання таких інвестиційних зобов'язань [110].

Варто зазначити, що характерною для сучасного ринку ЗПГ ЄС є відносно нова бізнес-модель, яка пов'язана з появою крупних трейдерів та особливо агрегаторів, які здійснюють портфельне постачання і виступають посередниками між виробниками та ринками, пропонуючи гнучке постачання на різні ринки за різними умовами. Агрегатори щодо постачання ЗПГ є крупними портфоліо-гравцями, які мають фінансову спроможність придбати газ за довгостроковими контрактами з нових розробок і продавати його через свої портфелі безпосередньо на відкритих, лібералізованих ринках або за різними контрактами на інших ринках.

Розглядаючи інший вид диверсифікації ринку, а саме диверсифікації на основі розвитку конкуренції, відзначимо, що ринок з конкурентною диверсифікацією може бути визначений як легкодоступний та ліквідний ринок, на якому постійно існує більше постачальників, зацікавлених у постачанні газу, ніж вимагає ринок.

Таке ринкове середовище потребує:

- надлишкових потужностей виробництва та постачання з джерел, з яких газ може бути доставлений на ринок ЄС;
- ліквідності ринку ЗПГ, тобто гнучкості виробництва та постачання за відносно короткі терміни;
- готовності зовнішніх постачальників конкурувати за ціною постачання газу на ринок ЄС;
- наявності надлишкових інфраструктурних потужностей щодо імпорту газу;
- відкритого та доступного ринку, який не має перешкод для імпорту.

Схожість конкурентної диверсифікації з контрактною диверсифікацією полягає в тому, що вона відповідає двом головним цілям диверсифікації:

забезпечує безпеку постачання газу та підвищує конкурентоспроможність ринку.

Суттєвими відмінностями між цими концепціями диверсифікації є те, що для конкурентної диверсифікації мають існувати зовнішні ринкові умови, яких необхідно дотримуватись і які не підлягають контролю з боку ЄС та учасників його ринку. Крім того, в цих умовах учасникам ринку не потрібно організовувати фізичну диверсифікацію постачання, за рахунок високої ліквідності ринку буде забезпечено доступ на ринок найбільш конкурентоспроможних варіантів постачання газу. При цьому, ринкова частка будь-якого зовнішнього постачальника газу певною мірою не буде мати суттєвого значення.

Щодо додаткових обсягів виробництва та транспортування природного газу, які можуть бути потенційно поставлені на ринок газу ЄС в найближчі роки, варто зазначити, що крім існуючої системи постачання природного газу по трубопроводах з Росії, яка має певну гнучкість для забезпечення максимальних договірних зобов'язань, резервна потужність Росії щодо постачання газу становить щонайменше 100 млрд. куб. метрів на рік. Цей обсяг газу може бути поставлений на ринок природного газу ЄС менш ніж за два роки за відносно невеликих додаткових інвестиціях [120].

Розглядаючи можливості США щодо постачання сланцевого газу до ЄС, варто сказати, що за умови збільшення обсягів його виробництва США мають змогу отримати додаткові потужності щодо постачання газу до ЄС за відносно короткий термін, якщо ціни на сланцевий газ в ЄС будуть привабливими для цього.

Із введенням в дію газопроводу «Північний потік-1» загальна потужність трубопроводів з Росії до ЄС значно перевищила поточні обсяги експорту газу з Росії. Однак, якщо контракти на транзит російського природного газу до ЄС через територію України не будуть поновлені після 2019 року або будуть поновлені лише на малий обсяг, а жодна інша інфраструктура транспортування природного газу до ЄС не буде побудована, обсяги

російського експорту в ЄС будуть обмежені поточною транспортною потужністю.

На сьогодні транспортні потужності щодо постачання природного газу з Росії до ЄС, які не пов'язані з Україною, складають близько 100 млрд. куб. метрів на рік. Якщо будівництво газопроводу «Північний потік-2» буде завершено, то транспортні потужності щодо постачання природного газу з Росії до ЄС збільшаться до обсягу у 150 млрд. куб. метрів на рік, який є достатнім для постачання поточних обсягів у 135 млрд. куб. метрів на рік, але недостатнім для постачання газу за всіма довгостроковими контрактами, які є чинними до 2022 року (більше 160 млрд. куб. метрів на рік).

Важливою складовою європейської газотранспортної системи є газопровід «Опал», який з'єднує «Північний потік-1» з газотранспортною системою Західної і Центральної Європи і дозволяє транспортувати газ від німецької частини узбережжя Балтійського моря до кордону з Чехією. Пропускна здатність газопроводу становить 36 млрд. куб. метрів на рік, але останнім часом 50% потужностей газопроводу за рішенням Єврокомісії не використовувалася. Однак в жовтні 2016 року Єврокомісія схвалила доступ російського Газпрому до газопроводу «Опал». Угода, яку було розглянуто Єврокомісією, стосувалася 80% транзитних потужностей газопроводу «Опал» (32 млрд. куб. метрів на рік), тобто 25,6 млрд. куб. метрів на рік [124].

З урахуванням потужностей «Північного потоку-2» та використання дозволених обсягів транспортування газу через трубопровід «Опал», не пов'язана з Україною транспортна потужність постачання газу з Росії до ЄС буде становити біля 170 млрд. куб. метрів на рік, що ледь достатньо для постачання річних законтракованих обсягів природного газу, але недостатньо для забезпечення постачання російських резервних обсягів [110; 120].

Таким чином, ЄС зацікавлений в поєднанні потужностей нових трубопроводів та принаймні частковому поновленні контрактів на транзит російського газу через територію України, щоб уникнути ризиків, які можуть виникнути внаслідок обмеження потужностей транспортної інфраструктури.

Щодо ліквідності ринку ЗПГ, то вільні незаконтрактовані обсяги ЗПГ, які за гнучкими схемами потенційно можуть бути доступними на ринку газу в 2020 році, можуть значно перевищувати поточні річні обсяги. Частина цього обсягу може бути реалізована безпосередньо або за короткостроковими контрактами. При цьому наявний доступний обсяг ЗПГ буде залежати від можливих затримок у будівництві нових установок зрідження газу або зниження ефективності їх роботи (особливо в разі зниження цін на ЗПГ у ЄС), а також від поновлення існуючих або укладання нових довгострокових контрактів на постачання природного газу (особливо на азійському сегменті світового ринку природного газу).

Тим не менш, враховуючи загальну тенденцію, якій на даний час слідує світовий ринок природного газу, прогнозується, що обсяги вільного незаконтрактованого ЗПГ, які можуть бути доступними за гнучкими ринковими схемами, зростатимуть протягом найближчих п'яти років. Зокрема, при збільшенні виробництва ЗПГ в США постачання ЗПГ на ринок природного газу ЄС може стати привабливим варіантом для продавців ЗПГ з урахуванням поточних цін на ЗПГ на світовому ринку природного газу. В цілому, обсяг близько 100 млрд. куб. метрів ЗПГ може бути потенційно доступним на ринку ЄС до тих пір, поки ціна на газ в ЄС не опуститься нижче 12,4 євро за одну мегават-годину [119].

Таким чином, контрактна диверсифікація ринку природного газу ЄС з метою постачання додаткових обсягів природного газу за імпортом не є реалістичним сценарієм для майбутнього ринку ЄС у сучасному діловому середовищі, ні для імпорту по трубопроводах, ні для імпорту через інфраструктуру ЗПГ, оскільки покупці в ЄС мають стримане бажання укласти довгострокові контракти. Зовнішні постачальники газу з нових джерел, крім постачальників по трубопроводах з Росії та частково постачальників через інфраструктуру ЗПГ з США, без фінансового забезпечення довгострокових контрактів на постачання газу не будуть інвестувати в нові додаткові обсяги постачання газу на ринок ЄС з нових

джерел. Проте, прагнення учасників ринку природного газу ЄС до укладання довгострокових контрактів з зовнішніми постачальниками може бути тим фактором, який зменшує ризик нестачі інвестицій у майбутньому та посилює довгострокову енергетичну безпеку ЄС.

У найближчій та середньостроковій перспективі конкурентна диверсифікація може забезпечити, принаймні, такий самий рівень енергетичної безпеки ЄС, як і контрактна диверсифікація, та навіть ще більшу конкурентоспроможність ринку ЄС внаслідок того, що на сучасному світовому ринку природного газу є резервні потужності щодо вироблення природного газу. Додаткові потенційні обсяги постачання газу до ЄС визначаються значною надлишковою потужністю постачання природного з Росії, яка на даний час обмежена транзитною інфраструктурою, та надлишковою потужністю виробництва ЗПГ на світовому ринку. За умови, якщо ринок природного газу ЄС буде доступним для всіх зовнішніх постачальників, обсяги природного газу, які на сьогодні потенційно можуть бути поставлені до ЄС, є своєрідною гарантією забезпечення енергетичної безпеки ЄС у найближчій та середньостроковій перспективі.

Важливою умовою позитивного впливу конкурентної диверсифікації є наявність можливостей для збільшення імпорту газу за рахунок використання резервних потужностей постачання газу по трубопроводах і через інфраструктуру ЗПГ. Наявність широкого кола та обсягів резервних потужностей є результатом великих інвестицій, здійснених постачальниками газу, учасниками газового ринку та державними фондами з метою підвищення енергетичної безпеки ЄС. І підвищенню рівня диверсифікації резервних потужностей постачання газу до ЄС сприятиме побудова додаткових трубопроводів для постачання природного газу на ринок ЄС при збереженні транзиту природного газу до ЄС через територію України.

В середовищі конкурентної диверсифікації фактична частка ринку будь-якого зовнішнього постачальника на газовому ринку ЄС певною мірою не має суттєвого значення, оскільки вона не становить підвищеного ризику для

енергетичної безпеки, якщо на постійній основі існує достатня кількість зовнішніх постачальників, які конкурують на ринку природного газу ЄС, маючи можливості забезпечити постачання газу в достатніх обсягах та за доступними цінами. Більша частка ринку будь-якого джерела може не означати більшої залежності від цього джерела. Рівень конкурентної диверсифікації ринку ЄС може бути ще більше підвищений, якщо більша кількість постачальників буде конкурувати за постачання газу на ринок ЄС за умови подальшого розвитку потенціалу внутрішніх інтерконекторів, які з'єднують газові системи окремих держав-членів ЄС. Це є особливо корисним для тих держав-членів ЄС, які не мають доступу або мають обмежений доступ до постачання природного газу через інфраструктуру ЗПГ.

Перспективи розвитку конкурентної диверсифікації багато в чому залежатимуть від розвитку світового ринку природного газу і, особливо, світового ринку ЗПГ. Зростаючий попит на ЗПГ на азійському сегменті світового ринку природного газу може бути задоволений за рахунок використання існуючих резервних потужностей постачання природного газу, що, у свою чергу, може призвести до завершення ери покупців на ринку природного газу ЄС. З іншого боку, ринок природного газу ЄС може продовжити своє існування як ринок покупця і при наявності менших обсягів резервної потужності постачання природного газу, якщо роль агрегаторів на світовому ринку природного газу буде зростати, що є цілком ймовірним.

Якщо на світовому ринку ЗПГ відкриються перспективи для створення ринку продавця, то учасники ринку природного газу ЄС також можуть переглянути свої стратегії імпорту, особливо якщо на той час буде існувати більша ясність щодо майбутнього попиту на газ та буде визначений конкретний сценарій, за яким азійський сегмент світового ринку газу буде задовольняти свій зростаючий попит на газ. Якщо збільшення імпорту газу на азійському сегменті світового ринку буде здійснюватися на основі укладання нових довгострокових контрактів, то це може спонукати основних учасників

ринку природного газу ЄС забезпечити додаткові обсяги постачання газу теж через укладання довгострокових контрактів на постачання.

В поточних ринкових умовах в ЄС ціни на природний газ у газоподібному стані є нижчими за ціни на газ у зрідженому стані. Це є наслідком того, що конкурентна диверсифікація за наявності потенційного збільшення імпорту природного газу з Росії і резервних потужностей постачання ЗПГ створює бізнес-середовище, яке стримує ріст цін і є корисним для ринку газу ЄС.

Переваги конкурентної диверсифікації не можуть бути реалізовані повною мірою, якщо внаслідок регуляторних заходів в аспекті внутрішнього ринку газу та зовнішнього постачання газу на ринок обмежується доступ до ринку газу ЄС, здійснюється перешкодження вільній торгівлі газом на ринку.

Диверсифікація постачання природного газу (як контрактна, так і конкурентна) здійснює істотний внесок в забезпечення енергетичної безпеки ЄС, але вона не є повною гарантією захисту від ризиків раптового переривання постачання газу, коли альтернативні джерела енергії не завжди можуть бути мобілізовані для негайного використання. Шляхами зниження таких ризиків є розвиток інфраструктури зберігання газу, за рахунок якої може бути компенсовано раптове переривання постачання (особливо у періоди пікового навантаження), та забезпечення прогнозованих переривань постачання на короткий термін при дотриманні стандарту газової інфраструктури ЄС «N-1».

Переривання технічного характеру, як правило, найкращим чином покриваються за рахунок конкурентної диверсифікації, навіть краще, ніж за рахунок контрактної диверсифікації, якщо ринкові умови є сприятливими для цього. Повне припинення постачання газу або значне скорочення його обсягу з однієї або декількох країн-постачальників може мати наслідки, які не можуть бути повністю подолані за рахунок переваг як контрактної, так і конкурентної диверсифікації, навіть якщо було дотримано вимоги ЄС щодо обмеження обсягу постачання газу з будь-якої окремої країни у 30 %. Якщо ринок газу є вузьким, то будь-які зриви постачання газу внаслідок геополітичної нестабільності можуть мати більш серйозні наслідки.

2.3 Концептуально-методичний підхід до оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС

Єврокомісія визначає енергетичну безпеку як постійну фізичну доступність енергоресурсів на ринку за економічно доступною для всіх споживачів ціною [62], тому в цілях дослідження під енергетичною безпекою ЄС в аспекті постачання природного газу розуміємо складову загальної енергетичної безпеки, яка визначається як постійна фізична доступність природного газу на ринку за економічно доступною для всіх споживачів ціною.

Крім того, врахуємо те, що газова галузь, щоб забезпечувати достатній рівень енергетичної безпеки, має, як найменше, характеризуватися [77]:

- диверсифікованістю комплексу первинних енергоносіїв (газових енергоносіїв), що використовуються, з можливістю їх взаємної заміни за необхідністю;

- диверсифікованістю постачальників природного газу без надмірної залежності від таких постачань за імпортом, які можуть спричинити небезпеку неконтрольованих збоїв/порушень;

- диверсифікованістю маршрутів постачання природного газу за імпортом без надмірної залежності від окремих маршрутів постачання та постачальників;

- тенденцією до зменшення газоемності ВВП, тобто обсягу газу, необхідного для виробництва одиниці національного продукту;

- надійною та функціонально достатньою газовою інфраструктурою;

- стабільними та доступними цінами на природний газ.

У зв'язку з чим під диверсифікацією ринка природного газу ЄС в контексті підвищення рівня енергетичної безпеки розуміємо диверсифікацію цього ринку за основними його аспектами, як зовнішніми, так і внутрішніми.

Під диверсифікацією ринку природного газу ЄС за основними його аспектами розуміємо процес і кінцевий результат рівномірного розподілу ризиків, обумовлених особливостями тих аспектів, що приймаються до уваги, з метою зменшення питомої ваги кожного з цих ризиків і, тим самим, зменшення рівня їх індивідуального потенційного негативного впливу на загальну енергетичну безпеку ЄС.

Виходячи з цього, для оцінки рівня диверсифікації ринку газу ЄС запропоновано концептуально-методичний підхід на основі узагальненого безрозмірного індексу диверсифікації ринку газу (рис. 2.17), послідовне виконання основних етапів якого дозволяє кількісно і якісно оцінити як рівень диверсифікації ринку газу за основними його аспектами, так і загальний рівень диверсифікації ринку газу в цілому.

Для повного представлення сутності запропонованого концептуально-методичного підходу розглянемо зміст кожного з етапів більш детально.

На першому етапі здійснюється обґрунтування та визначення системи часткових розмірних показників диверсифікації ринку природного газу, які певним чином відображають основні внутрішні і зовнішні аспекти ринку природного газу ЄС з врахуванням можливих коливань цін на природний газ та політичної нестабільності держав-постачальників природного газу до ЄС, і, як найменше, мають бути значною мірою незалежними один від одного. Також, такі часткові розмірні показники диверсифікації мають допускати певне їх аналітичне вираження.

Будемо розглядати основні аспекти ринку природного газу, які відображають зовнішні фактори, що пов'язані з імпортом природного газу, включаючи можливі ризики зривів (перебоїв) постачання природного газу, та внутрішні фактори, що пов'язані з виробництвом і розподілом енергії.

Зовнішні і внутрішні фактори мають відображати як вразливість до відповідних ризиків і стійкість ринку природного газу, так і здатність ринку природного газу до протистояння можливим зривам (перебоям) у постачанні

природного газу за рахунок внутрішніх запасів природного газу і/або використання інших маршрутів постачання природного газу та інших постачальників природного газу [78; 80].

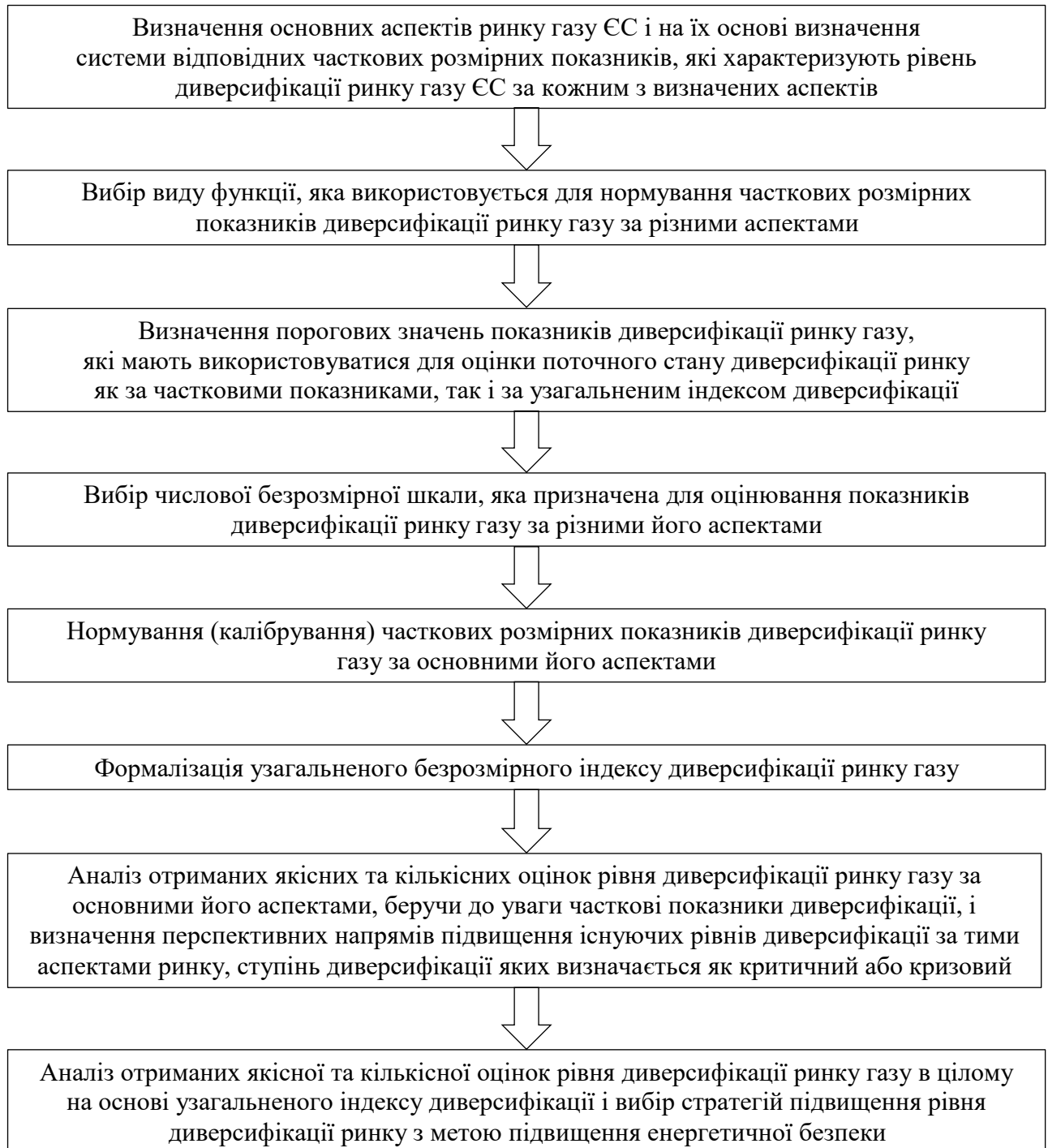


Рис. 2.17. Концептуально-методичний підхід до оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС*

*Розроблено автором

Таким чином, до показників диверсифікації, які відображають зовнішні фактори ринку природного газу ЄС, віднесено наступні показники:

- залежність від імпорту природного газу;
- кількість точок входу у газотранспортну систему ЄС для імпорту природного газу (кількість зовнішніх джерел постачання природного газу);
- кількість постачальників природного газу;
- кількість і питома вага складових комплексу первинних газових енергоносіїв, що імпортуються (природного газу в газоподібному стані, природного газу в зрідженому стані, сланцевого газу та біогазу).

Зауважимо, що такий важливий показник як політична стабільність держав-постачальників (транзитерів) природного газу також будемо враховувати, але в якості допоміжного показника, який використовується при визначенні інших показників, які відображають зовнішні фактори ринку природного газу ЄС, таких як диверсифікація постачальників природного газу і кількість точок входу для імпорту природного газу.

До показників диверсифікації, які відображають внутрішні фактори ринку природного газу ЄС, віднесено наступні показники:

- газоємність ВВП ЄС;
- частка природного газу в комплексі первинних енергоносіїв, які переважним чином використовуються в економіці ЄС.

В цілях дослідження ці показники диверсифікації мають бути адаптовані до ринку природного газу ЄС шляхом врахування його особливостей і використання діючого в ЄС стандарту 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 [88].

Особливості визначення кожного з вищенаведених показників диверсифікації наведено автором у [92], де розглянуто теоретико-методичні аспекти енергетичної безпеки держав-членів ЄС в контексті безпеки

постачання природного газу на основі базових підходів МЕА до енергетичної безпеки у короткостроковій часовій перспективі [80].

На другому етапі здійснюється вибір та обґрунтування виду функції бажаності, яка використовується для нормування часткових розмірних показників диверсифікації ринку природного газу і побудови відповідного узагальненого індексу диверсифікації ринку природного газу.

В якості функції бажаності, яка використовується для нормування часткових розмірних показників диверсифікації ринку природного газу і побудови узагальненого індексу диверсифікації ринку природного газу, будемо розглядати одиничну логістичну функцію Ферхюльста [125].

Функції Ферхюльста притаманні необхідні для згортки різномірної інформації властивості, а саме безперервність, монотонність та гладкість. Використання функції Ферхюльста в цілях дослідження є більш зручним, ніж використання загальноприйнятої функції бажаності Е. Харрингтона, яка з аналогічною метою традиційно широко використовується в різних галузях економіки та техніки [126-132].

Одинична функція Ферхюльста має наступний вигляд:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-k(x-x_0)}}, \quad (2.1)$$

де

x_0 – значення аргументу, при якому 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 більше круто зростає логістична функція в точці x_0 .

Для більш зручного використання в 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.

Детальне обґрунтування використання логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності для нормування показників рівня диверсифікації ринку природного газу наведено у Додатку А.

На третьому етапі визначаються основні порогові (граничні) значення показників диверсифікації, які в подальшому використовуються для оцінки поточного стану диверсифікації ринку природного газу ЄС як за окремими частковими безрозмірними показниками, так і за єдиним узагальненим безрозмірним індексом диверсифікації ринку природного газу ЄС.

Під мінімально допустимим значенням показника диверсифікації розуміємо таке його порогове значення, яке відповідає і забезпечує мінімально допустимий рівень диверсифікації за цим показником.

Під прийнятним значенням показника диверсифікації розуміємо таке його порогове значення, яке відповідає і забезпечує нормальний (прийнятний) рівень диверсифікації за цим показником.

Під максимально прийнятним значенням показника диверсифікації розуміємо таке його порогове значення, яке відповідає і забезпечує максимально прийнятний рівень диверсифікації за цим показником.

Таким чином, загальний стан диверсифікації ринку природного газу будемо характеризувати за наступними рівнями:

– критичний рівень (всі часткові показники диверсифікації не перевищують своїх мінімально допустимих значень);

– кризовий рівень (окремі часткові показники диверсифікації не перевищують своїх мінімально допустимих значень);

– задовільний рівень (всі часткові показники диверсифікації перевищують свої мінімально допустимі значення, але не перевищують своїх прийнятних значень або прийнятні значення мають лише окремі часткові показники диверсифікації);

– нормальний рівень (всі часткові показники диверсифікації перевищують свої прийнятні значення, але не перевищують своїх

максимально прийнятних значень або максимально прийнятні значення мають лише окремі часткові показники диверсифікації);

– високий рівень (всі часткові показники диверсифікації перевищують свої максимально прийнятні значення).

На четвертому етапі здійснюється вибір та обґрунтування числової безрозмірної шкали бажаності, яка призначена для кількісного оцінювання показників диверсифікації ринку природного газу.

Різні часткові показники диверсифікації відрізняються за своєю суттю і масштабами вимірювання, мають різні одиниці виміру та діапазони значень. Для оцінювання значень показників диверсифікації використовуються різні кількісні або якісні шкали оцінювання, які мають різні градації.

При цьому визначення кількісних параметрів мінімально необхідних або безпечних рівнів показників диверсифікації засновується на використанні спостережуваних діапазонів значень відповідних часткових показників або на використанні відповідних експертних оцінок [80].

Відсутність єдиної кількісної шкали оцінювання показників диверсифікації створює певні незручності при визначенні, трактуванні і співставленні окремих часткових показників диверсифікації. Особливі труднощі з цього приводу виникають при агрегації окремих часткових показників в єдиний композитний індекс диверсифікації.

Щодо оцінювання безрозмірних показників диверсифікації, замість стандартної безрозмірної шкали бажаності Е. Харрінгтона [126] пропонується використовувати єдину безрозмірну одиничну шкалу, яка має градації в пропорціях золотого перетину для всіх показників. Використання одиничної шкали, яка має єдині градації в пропорціях золотого перетину, обумовлено тим, що недоліком стандартної шкали бажаності Е. Харрінгтона є те, що числові оцінки за цією шкалою не мають певного змістового 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 за замовчуванням.

Принцип золотого перетину є відомим принципом пропорційного розподілу цілого на нерівні частини, при якому ціле так відноситься до більшої частини, як сама більша частина відноситься до меншої частини. В процентному округленому значенні застосування принципу золотого перетину на першій фазі розподілу призводить до поділу єдиного цілого на дві частини: більшу частину (62 %) і меншу частину (38 %). На другій наступній фазі розподілу кожна з отриманих частин також ділиться: більша частина (62 %) ділиться у співвідношенні приблизно 38 % і 24 %, а менша частина (38 %) ділиться у співвідношенні приблизно 24 % і 14 %. Потім отримані частини знов діляться у такий же спосіб і так далі (рис. 2.18) [133-135].

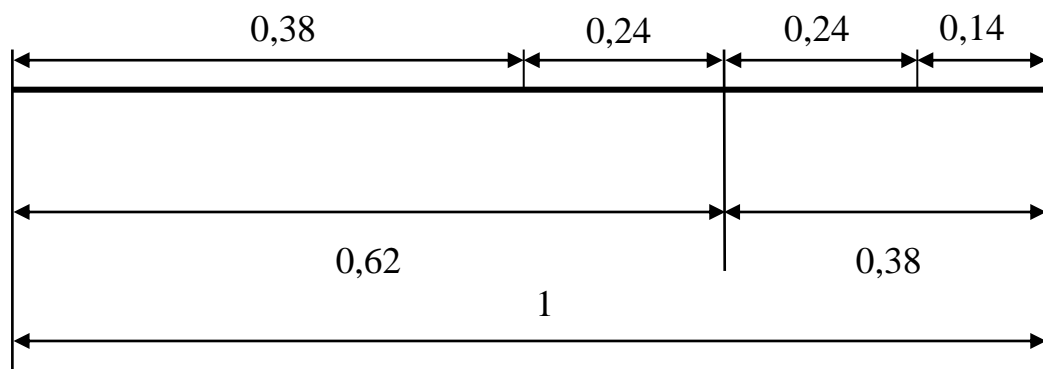


Рис. 2.18. Геометрична інтерпретація принципу золотого перетину [133-135]

Пропонована числова шкала бажаності є одиничною шкалою і має п'ять основних градацій рівня показників диверсифікації ринку природного газу ЄС, граничні діапазони значень яких розраховані в пропорціях золотого перетину (рис. 2.19).

Дана числова шкала використовується як для оцінки рівня окремих часткових показників диверсифікації, так і для оцінки рівня узагальненого індексу диверсифікації ринку природного газу, складовими якого є часткові показники диверсифікації.

Діапазони визначення якісного рівня показників диверсифікації				
Критичний рівень	Кризовий рівень	Задовільний рівень	Нормальний рівень	Високий рівень
0	0,14	0,38	0,62	0,86
Числові значення безрозмірних показників диверсифікації				

Рис. 2.19. Числова шкала оцінки рівня показників диверсифікації
ринку природного газу ЄС*

*Розроблено автором

На п'ятому етапі здійснюється нормування (калібрування) часткових розмірних показників диверсифікації ринку природного газу за основними його аспектами, тобто функціональне перетворення часткових розмірних показників диверсифікації у відповідні безрозмірні часткові показники диверсифікації (часткові функції бажаності).

Для показників, які являють собою односторонні зростаючі залежності, якість яких зростає до максимального рівня у разі зростання ознаки до її максимального значення, в якості односторонньої зростаючої функції бажаності будемо використовувати одиничну функцію Ферхюльста):

$$Y_i(y_i) = \frac{1}{1 + e^{-k(y_i - y_{i0})}}, \quad (2.2)$$

де

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

y_i – поточне фактичне значення i -того розмірного показника диверсифікації;

y_{i0} – значення i -того розмірного показника диверсифікації, при якому функція бажаності дорівнює половині свого максимального значення;

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

На рис. 2.20 наведено приклад для такого показника, значення якого змінюється в діапазоні від 0 до 2000 одиниць виміру.

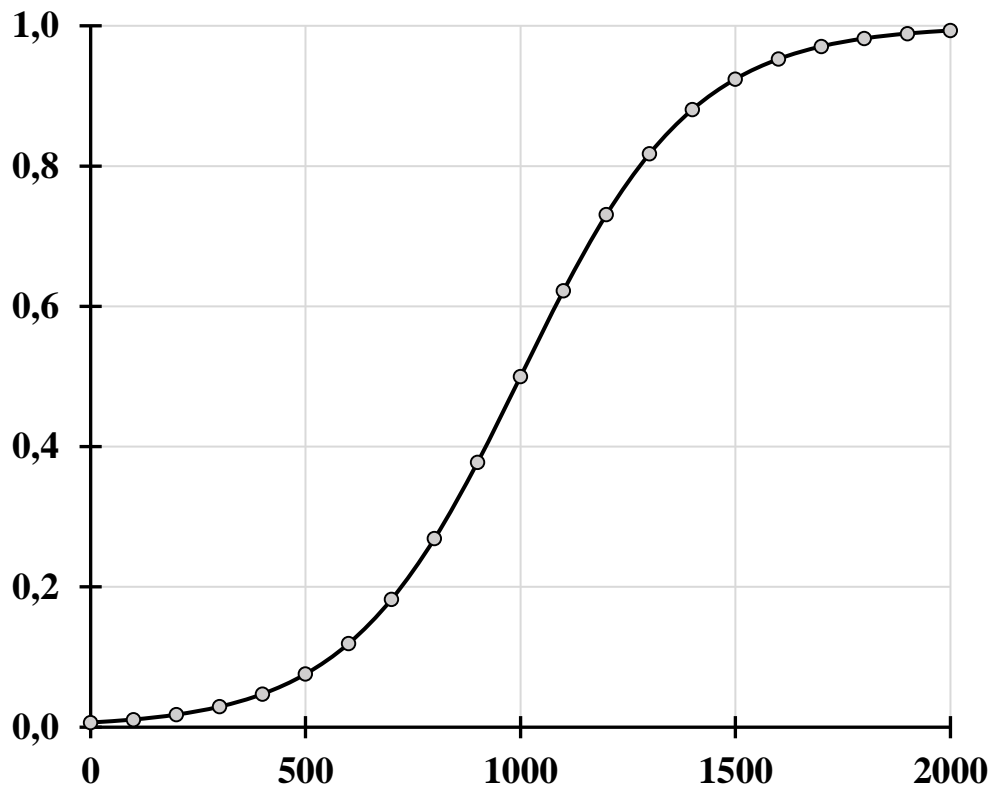


Рис. 2.20. Одностороння зростаюча функція бажаності*

*Розроблено автором

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

$$\Delta = (y_{i \max} - y_{i \min}) > 0. \quad (2.3)$$

У такому разі значення аргументу y_{i0} , при якому функція $Y_i(y_i)$ дорівнює половині свого максимального значення (тобто 0,5), визначаємо наступним чином:

$$y_{i0} = \frac{\Delta}{2} = \frac{(y_{i \max} - y_{i \min})}{2}. \quad (2.4)$$

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

$$k \approx \frac{10}{\Delta}. \quad (2.5)$$

Для показників, які являють собою односторонні зростаючі залежності, якість яких зростає до максимального рівня у разі зменшення ознаки до її мінімального значення, в якості спадаючої функції бажаності будемо використовувати модифіковану одиничну функцію Ферхюльста:

$$Y_i(y_i) = \frac{1}{1 + e^{k(y_i - y_{i0})}}. \quad (2.6)$$

На рис. 2.21 наведено приклад для такого показника, значення якого змінюється в діапазоні від 0 до 2000 одиниць виміру.

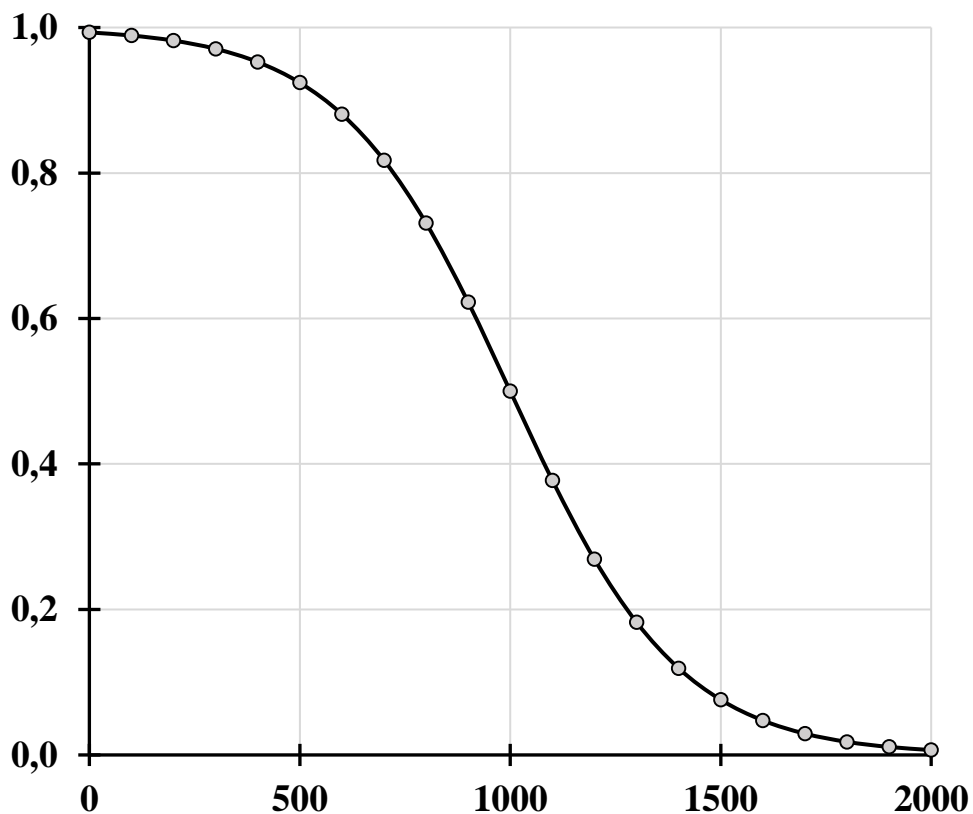


Рис. 2.21. Одностороння спадаюча функція бажаності*

*Розроблено автором

Для показників, для яких відхилення від оптимального значення в будь-яку сторону призводять до зниження якості, в якості функції бажаності будемо використовувати одночасно функції (2.2) і (2.6) в залежності від того, як співвідносяться між собою поточне і оптимальне значення показника.

А саме, виходячи з того, що функції (2.2) і (2.6) є симетричними, а оптимальне значення показника $y_{i\ opt}$ відповідає середньому арифметичному значень $y_{i\ max}$ і $y_{i\ min}$, в якості функції бажаності в діапазоні зростання показника від мінімального до оптимального значення використовується функція (2.2) (випадок нормування показника з лівого боку від оптимального значення), а в діапазоні зростання показника від оптимального до максимального значення використовується функція (2.6) (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 $y_{i\ min}$ до свого оптимального значення $y_{i\ opt}$ визначається наступним чином:

$$\Delta = (y_{i\ opt} - y_{i\ min}). \quad (2.7)$$

А для нормування показника з правого боку від оптимального значення діапазон зміни i -го розмірного показника y_i від свого оптимального значення $y_{i\ opt}$ до свого максимального значення $y_{i\ max}$ визначається іншим чином:

$$\Delta = y_{i\ opt} + (y_{i\ max} - y_{i\ opt}). \quad (2.8)$$

Таким чином, використання логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності (функції якості) дає можливість здійснити нормування окремих розмірних часткових показників диверсифікації з необхідною в цілях дослідження точністю і на їх основі формалізувати єдиний узагальнений індекс диверсифікації ринку природного газу.

На шостому етапі здійснюється визначення та формалізація єдиного узагальненого безрозмірного індексу диверсифікації ринку природного газу.

Узагальнена інтегральна оцінка рівня диверсифікації ринку природного газу ґрунтується на множині відповідних часткових показників диверсифікації, які характеризують рівень диверсифікації ринку природного газу за основними ключовими аспектами (як внутрішніми, так і зовнішніми).

Узагальнений індекс диверсифікації ринку природного газу за своєю суттю розглядається як своєрідний індикатор поточного стану диверсифікації ринку природного газу ЄС.

Складові узагальненого індексу (часткові безрозмірні показники диверсифікації) за своєю суттю мають давати можливість виявляти певні відхилення від своїх нормальних (прийнятних) значень з метою прийняття відповідних заходів (стратегій) щодо забезпечення (підвищення) рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС за його основними аспектами.

Практично узагальнений індекс диверсифікації ринку природного газу ЄС являє собою узагальнену функцію бажаності (функцію якості), яка є результатом згортки часткових функцій бажаності Y_i , які, у свою чергу, є результатом нормування відповідних розмірних показників диверсифікації u_i на основі використання одиначної логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності.

Згортка часткових показників диверсифікації (часткових функцій бажаності) в єдиний узагальнений індекс диверсифікації (узагальнену функцію бажаності) здійснюється на основі використання середньої геометричної величини.

Значимість часткових безрозмірних показників диверсифікації щодо їх впливу на загальний рівень диверсифікації ринку природного газу може бути кількісно відображена шляхом визначення їх відповідних вагових коефіцієнтів, що має забезпечити можливість агрегації окремих часткових безрозмірних показників в єдиний узагальнений безрозмірний індекс диверсифікації ринку природного газу саме з урахуванням їх індивідуальної значимості.

У випадку, коли окремі часткові безрозмірні показники диверсифікації вважаються рівнозначними, тобто відповідні вагові коефіцієнти не встановлюються (дорівнюють одиниці), узагальнений безрозмірний індекс диверсифікації ринку природного газу визначається наступним чином [4, с. 43-44; 136; 137]:

$$I_{div} = \sqrt[p]{\prod_{i=1}^p Y_i}, \quad (2.9)$$

де

I_{div} – узагальнений безрозмірний індекс рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС;

Y_i – часткова функція бажаності, яка є результатом нормування i -го розмірного показника диверсифікації;

p – кількість часткових безрозмірних показників диверсифікації.

У разі встановлення вагових коефіцієнтів, які визначають значимість часткових безрозмірних показників диверсифікації, узагальнений безрозмірний індекс диверсифікації ринку природного газу I_{div} визначається іншим чином [4, с. 43-44; 136; 137]:

$$I_{div} = \prod_{i=1}^p Y_i^{w_i}, \quad (2.10)$$

де

w_i – ваговий коефіцієнт i -того часткового показника диверсифікації.

Ваговий коефіцієнт w_i визначає ступінь значимості певного аспекту ринку природного газу, який характеризується i -тим показником диверсифікації, щодо його впливу на загальний рівень диверсифікації ринку природного газу у порівнянні з іншими аспектами ринку природного газу і фактично визначає індивідуальний внесок i -того безрозмірного показника диверсифікації у формування єдиного узагальненого безрозмірного індексу диверсифікації ринку природного газу.

При цьому має виконуватися наступна умова: сума вагових коефіцієнтів всіх часткових безрозмірних показників диверсифікації ринку природного газу, які приймаються до уваги, має дорівнювати одиниці:

$$\sum_{i=1}^p w_i = 1. \quad (2.11)$$

На сьомому етапі на основі аналізу отриманих якісних та кількісних оцінок рівня диверсифікації ринку природного газу за основними його аспектами, беручи до уваги часткові показники диверсифікації, визначаються перспективні напрями та плануються відповідні заходи щодо підвищення існуючих рівнів диверсифікації за тими аспектами ринку природного газу, ступінь диверсифікації яких буде визначено як критичний або кризовий.

На восьмому останньому етапі на основі аналізу отриманих якісної та кількісної оцінок рівня диверсифікації ринку природного газу в цілому, беручи до уваги узагальнений індекс диверсифікації, здійснюється вибір стратегій підвищення існуючого рівня диверсифікації ринку природного газу в цілому з метою підвищення енергетичної безпеки ЄС.

Таким чином, запропонований концептуально-методичний підхід до оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС на основі узагальненого індексу рівня диверсифікації ринку природного газу з

використанням логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності дозволяє кількісно і якісно оцінити як рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС за основними його аспектами, так і загальний рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС в цілому.

Кількісні оцінки рівня диверсифікації, отримані на основі використання цієї моделі, характеризують поточний стан диверсифікації ринку природного газу за основними його аспектами та в цілому у кількісному вимірі за одиничною шкалою в межах певного якісного рівня диверсифікації.

Використання таких кількісних оцінок дає можливість визначити належні шляхи та відповідні стратегії підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу за певними його аспектами з метою забезпечення (підвищення) енергетичної безпеки ЄС в цілому.

Якісні оцінки рівня диверсифікації, отримані на основі використання цієї моделі, відповідають кваліфікації поточного стану диверсифікації ринку природного газу за основними його аспектами та в цілому як такого, що відноситься до одного з наступних якісних рівнів: критичного, кризового, задовільного, нормального або високого рівня.

Використання таких якісних оцінок дає можливість визначити ступінь необхідності підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу як за певними його аспектами, так і ринку природного газу в цілому.

Пропонована безрозмірна одинична шкала, яка має п'ять основних градацій рівня диверсифікації ринку природного газу, граничні діапазони значень яких розраховані в пропорціях золотого перетину, використовується як для оцінки рівня окремих часткових показників диверсифікації, так і для оцінки рівня єдиного узагальненого індексу диверсифікації ринку природного газу ЄС.

Узагальнений індекс рівня диверсифікації ринку природного газу I_{div} вимірюється за одиничною безрозмірною шкалою, а його значення характеризують відповідні рівні диверсифікації ринку

природного газу за градаціями шкали золотого перетину за прямим принципом: чим більшим є числове значення індексу, тим вищим є рівень диверсифікації.

Максимальне (мінімальне) значення індекс безпеки постачання природного газу дорівнює одиниці (нулю).

Фактично узагальнений безрозмірний індекс рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС є кількісною мірою того, наскільки забезпечена енергетична безпека ЄС в аспекті диверсифікації постачання і використання природного газу.

Крім того, запропонований концептуально-методичний підхід до оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС дає можливість сформулювати відповідну модель диверсифікації ринку природного газу ЄС, яка у загальному вигляді описується формулою (2.10).

Висновки до другого розділу

1. Ринок природного газу ЄС займає одне з ключових місць в загальній структурі виробництва первинної енергії в ЄС, в якому частка природного газу складає біля 14 %. У загальній структурі експорту енергоресурсів ЄС частка природного газу складає 13 %, а частка ЗПГ – 4,7 %. У загальній структурі імпорту енергоресурсів ЄС частка природного газу складає 21,6 %, а частка ЗПГ – 2,6 %.

Загальним вектором розвитку ринку природного газу ЄС є формування єдиного лібералізованого конкурентоспроможного європейського газового ринку, ключовими елементами якого є вільна конкуренція між постачальниками природного газу та біржове ціноутворення на високоліквідних газових хабах.

Основними сучасними тенденціями розвитку ринку природного газу ЄС за різними його аспектами є наступне:

– виробництво природного газу в ЄС за останні роки характеризується стійкою восьмирічною тенденцією зниження його рівня, результатом якої стало загальне скорочення виробництва природного газу приблизно на 60 % за період 2008-2016 років;

– внутрішнє споживання природного газу в ЄС після стрімкого зниження у 2010-2014 роках почало зростати і у 2016 році збільшилось на 7 % у порівнянні з попереднім роком;

– за прогнозами попит на газ в ЄС на найближчі десять років є певною мірою невизначеним через неможливість однозначно оцінити вплив майбутньої екологічної політики на сектор енергетики і на період до 2025 року розбіжності у існуючих прогнозах є значними – від зниження попиту до значного його зростання, але Єврокомісія прогнозує на перспективу відносно невелике зростання попиту на газ в ЄС;

– середньомісячні ціни на природний газ в ЄС у перших кварталах 2017 року показали різноспрямовану динаміку: ціни за індикатором GCI зросли на 19 %, а спотові ціни на газовому хабі TTF за цей же період часу знизились майже на 24 %;

– спотова торгівля природним газом як основний механізм ціноутворення на ринку природного газу ЄС розвивається дуже активно;

– у 2016 році після нетривалого зниження у попередньому році знов почалося зростання обсягу експорту природного газу ЄС і було досягнуто найвищого за останні сім років рівня (у тис. тераджоулів);

– для імпорту природного газу ЄС у мільярдах євро характерною є поточна п'ятирічна тенденція зниження його обсягу, результатом якої є найнижчий його рівень у 44,4 млрд. євро у 2016 році;

– для імпорту природного газу ЄС у мільйонах тонн нафтового еквівалента характерною є поточна дворічна тенденція збільшення його обсягу, результатом якої є найвищий його рівень у 200 млн. тонн нафтового еквівалента у 2016 році;

– обсяг імпорту ЗПГ до ЄС у 2016 році знизився у порівнянні з попереднім роком і у мільйонах тонн нафтового еквівалента, і у мільярдах євро, але згодом роль ЗПГ у задоволенні потреб ЄС щодо газу буде зростати – очікується, що його імпорт у 2035 році складатиме 25 % від сукупного обсягу постачання газу до ЄС;

– найбільш крупними зовнішніми постачальниками природного газу та ЗПГ до ЄС за імпортом є Росія (39,7 %), Норвегія (34,1 %), Алжир (15,2 %) та Катар (5,1 %), при цьому Росія збереже свої позиції як найбільший постачальник природного газу до ЄС і на період до 2035 року, оскільки прогнозується, що виробництво природного газу в ЄС та Норвегії у цей період часу продовжуватиме скорочуватися;

– за підсумками 2016 року залежність ЄС від імпорту газу склала 52,7 %, при цьому 11 держав-членів ЄС мають залежність від імпорту газу на рівні, який перевищує 90%, з яких Бельгія, Люксембург, Литва, Естонія та Фінляндія є абсолютно залежними від імпорту газу.

2. Контрактна диверсифікація ринку природного газу ЄС з метою постачання додаткових обсягів природного газу за імпортом не є реалістичним сценарієм для майбутнього ринку ЄС у сучасному діловому середовищі, ні для імпорту по трубопроводах, ні для імпорту через інфраструктуру ЗПГ, оскільки покупці в ЄС мають стримане бажання укласти довгострокові контракти. Зовнішні постачальники газу з нових джерел, крім постачальників по трубопроводах з Росії та частково постачальників через інфраструктуру ЗПГ з США, без фінансового забезпечення довгострокових контрактів на постачання газу не інвестуватимуть в нові додаткові обсяги постачання газу на ринок ЄС з нових джерел.

Проте, прагнення учасників ринку природного газу ЄС до укладання довгострокових контрактів з зовнішніми постачальниками може бути фактором, зменшуючим ризик нестачі інвестицій у майбутньому та посилює довгострокову енергетичну безпеку ЄС.

3. У найближчій та середньостроковій перспективі конкурентна диверсифікація може забезпечити, принаймні, такий самий рівень енергетичної безпеки ЄС, як і контрактна диверсифікація, та навіть ще більшу конкурентоспроможність ринку ЄС внаслідок того, що на сучасному світовому ринку природного газу наявні резервні потужності щодо вироблення природного газу.

Додаткові потенційні обсяги постачання газу до ЄС визначаються значною надлишковою потужністю постачання природного з Росії, яка на даний час обмежена транзитною інфраструктурою, та надлишковою потужністю виробництва ЗПГ на світовому ринку. За умови, якщо ринок природного газу ЄС буде відкритим та доступним для всіх зовнішніх постачальників природного газу, обсяги природного газу, які на даний час потенційно можуть бути поставлені до ЄС, є своєрідною гарантією забезпечення енергетичної безпеки ЄС у найближчій та середньостроковій перспективі.

4. Диверсифікація постачання природного газу (як контрактна, так і конкурентна) забезпечує суттєвий внесок в енергетичну безпеку ЄС, але вона не є повною гарантією захисту від ризиків раптового припинення постачання газу, коли альтернативні джерела енергії не завжди можуть бути мобілізовані для негайного використання.

Можливими шляхами зниження таких ризиків є розвиток інфраструктури зберігання газу, за рахунок якого може бути компенсовано раптове переривання постачання (особливо у періоди пікового навантаження), та забезпечення прогнозованих переривань постачання на короткий термін на основі дотримання стандарту газової інфраструктури ЄС «N-1».

5. Концептуально-методичний підхід до оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС на основі узагальненого індексу рівня диверсифікації ринку природного газу з використанням логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності дозволяє кількісно і якісно оцінити як

рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС за основними його аспектами, так і загальний рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС в цілому.

6. Узагальнений безрозмірний індекс рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС є кількісною мірою того, наскільки забезпечена енергетична безпека ЄС в аспекті диверсифікації постачання і використання природного газу.

Узагальнений індекс рівня диверсифікації вимірюється за одиничною безрозмірною шкалою, а його значення характеризують відповідні рівні диверсифікації ринку природного газу за градаціями шкали золотого перетину за прямим принципом: чим більшим є числове значення індексу, тим вищим є рівень диверсифікації. Максимальне (мінімальне) значення індексу безпеки постачання природного газу дорівнює одиниці (нулю).

7. Запропонована безрозмірна одинична шкала вимірювання, яка має п'ять основних градацій рівня диверсифікації ринку природного газу (критичний, кризовий, задовільний, нормальний і високий рівні), граничні діапазони значень яких розраховані в пропорціях золотого перетину, може використовуватися як для оцінки рівня окремих часткових показників диверсифікації, так і для оцінки рівня єдиного узагальненого індексу диверсифікації ринку природного газу ЄС.

Основні положення цього розділу викладені у наступних публікаціях автора: [89-100; 138-145].

РОЗДІЛ 3

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЄС ЗА РАХУНОК ДИВЕРСИФІКАЦІЇ РИНКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

3.1 Модель диверсифікації ринку природного газу ЄС

Представлений в попередньому підрозділі концептуально-методичний підхід до оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС на основі узагальненого індексу рівня диверсифікації ринку природного газу з використанням логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності дає можливість сформулювати модель диверсифікації ринку природного газу, яка внаслідок своєї адаптації до ринку природного газу ЄС шляхом врахування діючого в ЄС стандарту газової інфраструктури «N - 1» дозволяє кількісно і якісно оцінити як рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС за основними його аспектами, так і загальний рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС в цілому.

У загальному вигляді модель диверсифікації ринку природного газу ЄС описується формулою (2.10). Для представлення цієї моделі у розгорнутому вигляді розглянемо більш детально часткові показники диверсифікації, на основі використання яких ця модель формується.

До часткових показників диверсифікації, які відображають зовнішні аспекти ринку природного газу ЄС, віднесено:

- залежність від імпорту природного газу;
- кількість точок входу у газотранспортну систему ЄС для імпорту природного газу (кількість зовнішніх джерел постачання природного газу);
- кількість постачальників природного газу;
- кількість і питома вага складових комплексу первинних газових енергоносіїв, що імпортуються (природного газу в газоподібному стані, природного газу в зрідженому стані, сланцевого газу та біогазу).

Відомо, що залежність держави від імпорту природного газу є одним з найбільш важливих показників з точки зору забезпечення безпеки постачання природного газу. Даний показник звичайно визначається відношенням загального обсягу імпорту природного газу до загального обсягу його споживання за певний період часу, а держави в залежності від цього показника у відсотках класифікуються за наступними групами [78-80]:

- держави з низькою залежністю від імпорту ($\leq 10\%$) і держави-чисті експортери;
- держави з помірною залежністю від імпорту (30% - 40%);
- держави з високою залежністю від імпорту ($\geq 70\%$).

Чим більше значення цього показника, тим більш залежною від імпорту природного газу є держава і, відповідно, тим меншим є рівень диверсифікації постачання природного газу за імпортом і, в цілому, рівень її енергетичної безпеки. При цьому, кількісні значення цього показника, за якими здійснюється класифікація, не мають чіткого змістовного обґрунтування.

В дисертації залежність ЄС від імпорту природного газу виражається безрозмірним показником, який дорівнює відношенню загального обсягу природного газу, який імпортує ЄС, до загального обсягу внутрішнього споживання природного газу в ЄС на один рік:

$$k_{imp} = \frac{Q_{imp}}{Q_{cons}}, \quad (3.1)$$

де

k_{imp} – безрозмірний показник залежності від імпорту природного газу;

Q_{imp} – загальний обсяг імпорту природного газу на рік;

Q_{cons} – загальний обсяг споживання природного газу на рік.

Безрозмірність цього показника забезпечується тим, що загальний обсяг імпорту природного газу на рік та загальний обсяг споживання природного

газу на рік, які використовуються для його розрахунку, мають однакові одиниці виміру.

Чим більшим є значення цього показника, тим більшим є рівень залежності від імпорту природного газу, тобто зі збільшенням показника його якість знижується.

Тому класифікація держав-членів ЄС і ЄС в цілому щодо залежності від імпорту природного газу здійснюється на основі нормованого безрозмірного показника K_{imp} , який є результатом нормування показника k_{imp} , тобто його приведення до запропонованої одиничної шкали, яка має градації у пропорціях золотого перетину, за принципом: чим більшим є значення показника K_{imp} , тим меншою є залежність від імпорту природного газу (див. рис. 2.21).

Одним з найважливіших показників диверсифікації ринку природного газу є наявна кількість і тип точок входу для імпорту природного газу (кількість і тип зовнішніх джерел постачання), яка має бути диверсифікованою географічно або за державами-постачальниками природного газу. При цьому природний газ може бути імпортований через порти, обладнані ЗПГ-інфраструктурою, або по трубопроводах. Також з цією метою можуть бути використані транскордонні газові інтерконектори і хаби. Чим більше точок входу має держава, тим менше вона вразлива до перебоїв з постачанням газу. Порти, обладнані ЗПГ-інфраструктурою, можуть забезпечити більшу зовнішню стійкість енергетичної системи держави, ніж трубопроводи, оскільки через них газ може імпортуватись за короткостроковими контрактами через спотовий ЗПГ-ринок, в той час як по трубопроводах газ зазвичай імпортується за довгостроковими контрактами від задалегідь визначених постачальників.

Диверсифікація джерел та шляхів постачання енергоносіїв є одним з найважливіших елементів забезпечення енергетичної безпеки. Вважається, що постачання енергоносіїв по імпорту є безпечним, якщо воно здійснюється, принаймні, з трьох джерел, інакше можливі наступні негативні наслідки [53; 146]:

– монопольне підвищення цін на енергоносії або введення обмежень на їх постачання у разі погіршення міждержавних відносин з державою-експортером;

– критична залежність від держави-експортера, що ускладнює розвиток рівноправних двосторонніх відносин;

– зменшення обсягів поставок енергоносіїв внаслідок падіння їх видобутку;

– тривалі перебої в постачанні енергоносіїв у разі великих аварій на магістральних трубопроводах.

Разом з тим, жодним нормативним документом ЄС щодо енергетичної безпеки суворо не регламентована обов'язкова наявність певної кількості джерел постачання енергоносіїв.

У відомій моделі енергетичної безпеки MOSES рівень зовнішньої стійкості енергетичної системи держави в залежності від кількості і типу точок входу для імпорту природного газу оцінюється за шкалою з трьох градацій (діапазонів) [80]:

- низький рівень (1-2 трубопроводи, портів не має);
- помірний рівень (1-2 порти або 3-4 трубопроводи);
- високий рівень (як найменше 3 порти або 5 трубопроводів).

Тоді як рівень стійкості енергетичної системи в залежності від кількості і типу точок входу для імпорту сирої нафти за цією моделлю оцінюється за іншою шкалою з п'яти градацій (діапазонів):

- наднизький рівень (1 трубопровід, портів немає);
- низький рівень (1 порт і/або 2 трубопроводи);
- помірний рівень (2 порти або 3-4 трубопроводи);
- помірно-високий рівень (3-4 порти або 5-8 трубопроводів);
- високий рівень (як найменше 5 портів або 9 трубопроводів).

При цьому вказані кількісні показники відповідних рівнів (кількість трубопроводів і портів) засновуються в першу чергу використанні спостережуваних діапазонів значень відповідних показників в державах-

членах МЕА та у деяких випадках на використанні експертних оцінок для визначення безпечного рівня ризиків або адекватної спроможності до забезпечення зовнішньої стійкості енергетичної системи держави [80].

На думку автора показники щодо кількості і типу точок входу для імпорту (кількості і типу зовнішніх джерел постачання) потребують більш ґрунтовної аргументації. Особливо це стосується механізму визначення мінімально необхідної кількості зовнішніх джерел постачання природного газу, яка є необхідною для забезпечення мінімального рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу, наявність якого є основною умовою забезпечення мінімального рівня безпеки постачання природного газу.

Відомим є підхід, згідно з яким, посилаючись на загальноприйняту світову практику забезпечення енергетичної безпеки, постачання енергоносіїв з одного джерела не має перевищувати для держави 25 % від загального обсягу імпорту енергоносіїв [147; 148]. При цьому мінімально необхідна кількість зовнішніх джерел постачання енергоносіїв є фактично визначеною. Тобто, якщо встановлено, що обсяг постачання з одного джерела не повинен перевищувати 25% загального обсягу імпорту енергоносіїв, то необхідна кількість зовнішніх джерел постачання енергоносіїв складатиме щонайменше чотири джерела.

Фактично ключовим питанням у визначенні мінімально необхідної кількості зовнішніх джерел постачання природного газу і, відповідно, у визначенні рівня диверсифікації постачання природного газу, є обґрунтоване визначення граничного обсягу постачання з одного зовнішнього джерела.

Згідно з Регламентом Європейського Парламенту і Ради від 20.10.2010 р. № 994/2010, держави-члени ЄС, які надмірно залежать від одного найбільшого об'єкта своєї газової інфраструктури, зобов'язані переконатися у тому, що потреба в газі у надзвичайно холодні дні може бути гарантовано забезпечена, навіть якщо цей об'єкт газової інфраструктури вийде з ладу [88; 149].

У зв'язку з цим в ЄС був введений в дію стандарт газової інфраструктури «N-1» – показник, який дозволяє оцінити залежність газової інфраструктури

від найбільшого її об'єкта (газопроводу, виробничого об'єкта, об'єкта зрідженого природного газу (ЗПГ) або газосховища).

За цим стандартом, у випадку виходу з ладу найпотужнішого об'єкту газової інфраструктури, максимальна технічна потужність решти об'єктів має щонайменше забезпечити сумарну загальну щодобову потребу у газі визначеної території протягом доби з винятково високим споживанням газу, яке трапляється зі статистичною вірогідністю один раз на 20 років. Тобто функціонуючи у штатному номінальному режимі, газова інфраструктура має бути потенційно здатною за рахунок збільшення своєї технічної потужності з номінальної до максимальної гарантовано забезпечити підвищену добову потребу у газі у випадку виходу з ладу об'єкта газової інфраструктури з найбільшою потужністю [88; 149].

Приріст сукупної добової технічної потужності газової інфраструктури з номінальної до максимальної має бути не меншим за добову технічну потужність найпотужнішого об'єкта газової інфраструктури.

В дисертації пропонується науково-методичний підхід до визначення мінімальної кількості зовнішніх джерел постачання природного газу, що є необхідною для забезпечення нормального рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання, наявність якого є основною умовою забезпечення мінімально необхідного нормального рівня безпеки постачання газу за діючим в ЄС стандартом газової інфраструктури «N-1».

При цьому граничний обсяг постачання природного газу з одного зовнішнього джерела у відповідності до діючого в ЄС стандарту газової інфраструктури «N-1» визначається тим обсягом, який у випадку припинення постачання природного газу з одного найбільшого зовнішнього джерела (зовнішнього газопроводу) може бути компенсований за рахунок збільшення обсягів постачання природного газу з решти наявних джерел: власних джерел (виробничих об'єктів і власних газосховищ) і зовнішніх джерел (зовнішніх газопроводів, об'єктів ЗПГ-інфраструктури, транскордонних газових інтерконекторів і хабів).

Тобто граничний обсяг постачання природного газу з одного зовнішнього джерела визначається сукупним потенційним приростом обсягів постачання природного газу з решти наявних джерел, враховуючи їхні відповідні технічні можливості.

Максимальні обсяги природного газу, які можуть бути отримані відповідно з власних виробничих об'єктів $Q_{во макс}$, власних газосховищ $Q_{гс макс}$, зовнішніх газопроводів $Q_{зг макс}$ і об'єктів ЗПГ $Q_{зпг макс}$, будемо представляти у вигляді сум відповідних номінальних обсягів $Q_{во ном}$, $Q_{гс ном}$, $Q_{зг ном}$, $Q_{зпг ном}$ та відповідних приростів обсягів природного газу, які є потенційно можливими за відповідними технічними та іншими характеристиками вищевказаних джерел постачання газу.

Граничний обсяг постачання природного газу з одного зовнішнього джерела буде визначатись як сума відповідних приростів обсягів постачання природного газу з власних виробничих об'єктів, власних газосховищ, зовнішніх газопроводів і об'єктів ЗПГ, за винятком приросту обсягу постачання природного газу з найбільшого за обсягом постачання зовнішнього газопроводу для врахування можливого припинення постачання природного газу з нього:

$$Q_{гр} = q_{во} + q_{гс} + q_{зг} + q_{зпг} - q_{нб}, \quad (3.2)$$

де

$Q_{гр}$ – граничний обсяг постачання природного газу з одного зовнішнього джерела;

$q_{во}$ – приріст обсягу природного газу, який може бути отриманий з власних виробничих об'єктів;

$q_{гс}$ – приріст обсягу природного газу, який може бути отриманий з власних газосховищ;

$q_{зг}$ – приріст обсягу природного газу, який може бути отриманий з зовнішніх газопроводів;

$q_{зпг}$ – приріст обсягу природного газу, який може бути отриманий з власних об'єктів ЗПГ;

$q_{нб}$ – приріст обсягу постачання природного газу з найбільшого за обсягом постачання зовнішнього газопроводу.

Мінімально необхідна кількість зовнішніх джерел постачання природного газу визначається відношенням сукупного номінального обсягу постачання природного газу із зовнішніх джерел (зовнішніх газопроводів і об'єктів ЗПГ) до визначеного за формулою (3.2) граничного обсягу постачання природного газу з одного зовнішнього джерела:

$$n_{min} = \frac{(Q_{зг ном} + Q_{зпг ном})}{Q_{гр}}, \quad (3.3)$$

де

n_{min} – мінімально необхідна кількість зовнішніх джерел постачання природного газу;

$Q_{зг ном}$ – номінальний обсяг природного газу, який може бути отриманий з зовнішніх газопроводів;

$Q_{зпг ном}$ – номінальний обсяг природного газу, який може бути отриманий з власних об'єктів ЗПГ.

Мінімально необхідна кількість зовнішніх джерел постачання природного газу дорівнюватиме отриманому за формулою (3.3) числу, яке округлене до цілих в більшу сторону.

Далі послідовно розглянемо особливості розрахунку параметрів, які входять до формул (3.2) і (3.3).

Для розрахунку потенційно можливого приросту обсягу виробництва природного газу $q_{во}$, який може бути отриманий з власних виробничих об'єктів, можуть бути використані прогнозні показники щодо збільшення власного виробництва природного газу, але враховуючи те, що за період часу з 2008 року по 2016 рік включно виробництво природного газу в ЄС постійно

знижувалось у середньому на 4,9% на рік (див. рис. 2.4) і продовжило знижуватись у 2017 році, приріст обсягу власного виробництва природного газу в ЄС в цілому в найближчій перспективі є неможливим.

Разом з тим, показник q_{60} повною мірою може бути застосований при визначенні рівня диверсифікації ринків природного газу таких держав-членів ЄС як Нідерланди, Велика Британія, Данія і Ірландія, які останнім часом збільшують своє національне виробництво природного газу.

Для розрахунку потенційно можливих приростів обсягу природного газу q_{zg} та q_{zng} , які можуть бути отримані з зовнішніх газопроводів та об'єктів ЗПГ відповідно, застосований наступний підхід: в якості відповідних максимальних обсягів $Q_{zg\ макс}$ та $Q_{zng\ макс}$ прийняті максимальні робочі обсяги, які відповідають 95% максимальної технічної потужності існуючих газопроводів і ЗПГ-інфраструктури щодо імпорту природного газу та ЗПГ.

Використання максимальних робочих обсягів природного газу замість максимально можливих обсягів обумовлено необхідністю забезпечення роботи зовнішніх газопроводів та об'єктів ЗПГ в максимальному, але не критичному режимі.

Відповідні номінальні обсяги $Q_{zg\ ном}$ та $Q_{zng\ ном}$ визначаються із розрахунку 90% від максимальних робочих обсягів $Q_{zg\ макс}$ та $Q_{zng\ макс}$ відповідно. Тобто потенційно можливі прирости обсягів природного газу та ЗПГ (q_{zg} та q_{zng}) встановлюються на рівні 10% від максимальних робочих обсягів імпорту природного газу по газопроводах та через ЗПГ-інфраструктуру.

Такий підхід обумовлений тим, що кожна держава-член ЄС має компетентний орган, який відповідає за формування та впровадження механізму реагування на виникнення надзвичайних ситуацій у газопостачанні. Одним з таких випадків, який є передумовою для оголошення компетентним органом надзвичайного стану у газопостачанні, є зменшення на 10% добового національного імпорту природного газу [88].

Приріст обсягу природного газу $q_{гс}$, який може бути отриманий з власних газосховищ, визначається аналогічно $q_{зг}$ та $q_{зпг}$, а саме у розмірі 10% від номінального обсягу $Q_{гс\ ном}$, що може бути отриманий з власних газосховищ, який визначається із розрахунку 90% від максимального робочого обсягу відбору природного газу із газосховищ $Q_{гс\ макс}$, який, у свою чергу, складає 95% сукупного максимального технічного обсягу закачування природного газу у газосховища.

Таким чином, мінімально необхідна кількість зовнішніх джерел постачання природного газу n_{min} є показником якісної оцінки рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу за принципом: відповідає чи не відповідає наявний рівень диверсифікації мінімально необхідному нормальному рівню.

Мінімально необхідна кількість зовнішніх джерел постачання природного газу n_{min} означає мінімальну кількість зовнішніх джерел постачання, яка є необхідною для забезпечення нормального рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу, наявність якого є основною умовою забезпечення мінімально необхідного нормального рівня безпеки постачання природного газу за стандартом газової інфраструктури «N-1», але не є достатньою умовою для забезпечення безпеки постачання природного газу у повному обсязі.

Якщо наявна кількість зовнішніх джерел постачання природного газу менше мінімально необхідної кількості зовнішніх джерел, то рівень диверсифікації зовнішніх джерел постачання є меншим за мінімально необхідний нормальний рівень, тобто за своєю суттю є задовільним, кризовим або критичним.

Якщо наявна кількість зовнішніх джерел постачання перевищує мінімально необхідну кількість зовнішніх джерел, то рівень диверсифікації зовнішніх джерел постачання є вищим за мінімально необхідний нормальний рівень, тобто за своєю суттю є нормальним або високим.

Якщо наявна кількість зовнішніх джерел постачання природного газу дорівнює мінімально необхідній кількості, то рівень диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу відповідає мінімально необхідному нормальному рівню, тобто граничному значенню між задовільним і нормальним рівнями диверсифікації зовнішніх джерел постачання.

Тобто мінімально необхідний нормальний рівень диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу, який забезпечується наявністю мінімально необхідної кількості зовнішніх джерел постачання, відповідає початковій градації нормального рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання, тобто значенню 0,62 за шкалою оцінки рівня показників диверсифікації (див. рис. 2.19).

Ступінь перевищення наявного рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу та ЗПГ над відповідним мінімально необхідним нормальним рівнем будемо визначати як відношення загальної кількості зовнішніх джерел постачання до їх мінімально необхідної кількості:

$$\Delta n = \frac{n}{n_{min}}, \quad (3.4)$$

де

Δn – ступінь перевищення наявного рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу та ЗПГ над мінімально необхідним рівнем;

n – загальна кількість зовнішніх джерел постачання природного газу та ЗПГ.

Наведені вище положення щодо розрахунку ступеня перевищення наявного рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу та ЗПГ над мінімально необхідним рівнем разом із запропонованим науково-методичним підходом до визначення мінімальної кількості зовнішніх джерел постачання природного газу, що є необхідною для забезпечення нормального

рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу, наявність якого є основною умовою забезпечення мінімально необхідного нормального рівня безпеки постачання природного газу за діючим в ЄС стандартом газової інфраструктури «N-1», дають можливість розробити інструментарій кількісної оцінки рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу, який дозволяє кількісно оцінити рівень диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу до держав-членів ЄС з урахуванням факторів політичної стабільності та економічної доцільності, що пов'язані з державами-постачальниками (транзитерами) природного газу.

При визначенні остаточної кількісної оцінки рівня диверсифікації постачання природного газу доцільно врахувати фактори політичної стабільності та економічної (ринкової) доцільності стосовно зовнішніх джерел постачання природного газу, використовуючи відповідні безрозмірні показники, а саме показник політичної стабільності k_{pol} :

$$k_{pol} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot k_{pol i} , \quad (3.5)$$

де

$k_{pol i}$ – показник ризику, пов'язаного з державою, до якої відноситься i -те зовнішнє джерело постачання природного газу;

w_i – ваговий коефіцієнт показника ризику, пов'язаного з i -тою державою-постачальником природного газу, який визначається її ринковою часткою в імпорті природного газу до ЄС у долях одиниці;

i – номер зовнішнього джерела постачання природного газу;

n – загальна кількість зовнішніх джерел постачання природного газу;

та показник економічної (ринкової) доцільності k_{ec} :

$$k_{ec} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_{eci}, \quad (3.6)$$

де

k_{eci} – показник економічної (ринкової) доцільності, який відображає цінові аспекти постачання природного газу з i -того зовнішнього джерела постачання природного газу.

Сума всіх вагових коефіцієнтів w_i , які входять до формули (3.5), має дорівнювати одиниці.

Тоді показник кількісної оцінки рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу матиме наступний вигляд:

$$k_q = 0,62 \cdot k_{pol} \cdot k_{ec} \cdot \Delta n, \quad (3.7)$$

де

k_q – показник кількісної оцінки рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу.

Розглянемо особливості розрахунку вищезгаданих показників політичної стабільності k_{pol} та економічної доцільності k_{ec} .

Показник політичної стабільності k_{pol} визначається рівнем і характером міжнародних відносин між ЄС в цілому та його окремими державами-членами з державами-постачальниками (державами-транзитерами) природного газу.

Показник політичної стабільності має відображати певні ризики, які пов'язані з імпортом природного газу до ЄС, використовуючи певні ризики, які пов'язані з державами-постачальниками (транзитерами) природного газу.

У цьому зв'язку доцільним є врахування політичної стабільності держав-постачальників (транзитерів) природного газу, яка визначається рейтингом ризиків держав-членів Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР).

Держави за рейтингом ризику ОЕСР класифікуються за однією з восьми категорій (від 0 до 7) і згідно цього рейтингу політично стабільні держави з високим рівнем доходів мають рейтинг 0, а найбільш політично нестабільні держави мають рейтинг 7 [86; 87].

Фактично цей рейтинг є рейтингом політичної нестабільності держав, тобто чим більш політично нестабільною є держава, тим більший рейтинг ризику вона має.

Тобто рейтинг ризику ОЕСР являє собою односторонню зростаючу залежність, якість якої зростає до максимального рівня при зменшенні ознаки до її мінімального значення. У зв'язку з чим, в цілях розрахунку нормованого показника політичної стабільності за формулою (3.5), кожен з показників ризику $k_{pol i}$ (ризик ОЕСР), який пов'язаний з державою, до якої відноситься i -те зовнішнє джерело постачання природного газу, приводиться до одиничної безрозмірної шкали вимірювання шляхом використання спадаючої одиничної логістичної функції Ферхюльста (див. формулу (2.6)) за принципом: чим більше значення показника $k_{pol i}$, тим більш політично стабільною є держава, до якої відноситься i -те зовнішнє джерело постачання природного газу.

В якості показника економічної (ринкової) доцільності k_{eci} використовується відношення актуальної середньої ціни природного газу, яка сформована на поточний момент часу на європейському спотовому ринку газу, до ціни, за якою на цей же час i -та держава-постачальник постачає природний газ за довгостроковими контрактами по трубопроводах:

$$k_{eci} = \frac{P_{spt}}{P_{spli}}, \quad (3.8)$$

де

P_{spt} – актуальна середня ціна газу, яка сформована на поточний момент часу на європейському спотовому ринку газу;

$P_{spl i}$ – ціна газу, за якою i -та держава-постачальник постачає природний газ за довгостроковими контрактами по трубопроводах та через ЗПГ-інфраструктуру.

Якщо показник k_{eci} дорівнює одиниці, то це означає, що актуальна середня ціна за тисячу кубометрів газу P_{spt} , яка сформована на поточний момент часу на європейському спотовому ринку газу, еквівалентна ціні за тисячу кубометрів газу $P_{spl i}$, яка пропонується i -тою державою-постачальником газу.

Якщо показник k_{eci} менше одиниці, то це означає, що ціна за тисячу кубометрів газу $P_{spl i}$, яка пропонується i -тою державою-постачальником газу, більша за актуальну середню ціну за тисячу кубометрів газу P_{spt} , яка сформована на поточний момент часу на європейському спотовому ринку газу.

Якщо показник k_{eci} більше одиниці, то це означає, що актуальна середня ціна за тисячу кубометрів газу, яка сформована на поточний момент часу на європейському спотовому ринку газу P_{spt} , менша за ціну за тисячу кубометрів газу $P_{spl i}$, яка пропонується i -тою державою-постачальником газу.

Використання актуальної середньої ціни за тисячу кубометрів газу P_{spt} , яка сформована на поточний момент часу на європейському спотовому ринку газу, обумовлено тим, що ціни на газ на спотовому ринку відображають найбільш реальну, актуальну цінову ситуацію на ринку природного газу.

Це пов'язане з тим, що спотові ринки зазвичай створюються в районах із високою концентрацією продавців і покупців газу: у вузлах перетину газотранспортних маршрутів, газових хабах, розташованих біля великих міст, крупних промислових споживачів або в районах видобутку газу, а рівень цін на спотовому ринку є одним з основних індикативних показників для формування ціни на газ за довгостроковими контрактами. Крім того, однією з функцій спотового ринку є індикативне визначення короткострокової граничної вартості газу, тобто його реальної економічної цінності [150].

Крім того, спотові ціни на європейському ринку газу враховують такі чинники як погода, пора року, наявність на газовому ринку скрапленого природного газу, наявність поставок до країн Європи сланцевого газу з США, а контрактні ціни до цих чинників практично індиферентні. Тобто спотовий ринок враховує поточний стан газового ринку, який в контрактах на 2-5 років, передбачити неможливо [150; 151].

Торгівля газом в ЄС здійснюється на сировинних та енергетичних біржах, на торгівельних майданчиках віртуальних та фізичних газових хабів або за довгостроковими контрактами, на кордоні Євросоюзу або країн-членів Євросоюзу, і сукупність прямих контрактів на поставки газу та біржових контрактів власне і формує спотовий ринок газу Євросоюзу, частка якого останніми роками зростає.

Розглядаючи існуючі в ЄС підходи до визначення ціни на газ за довгостроковими контрактами, можна виділити три базові підходи: ціна може формуватися шляхом прив'язки ціни на газ до ціни кошика альтернативних енергоресурсів (гронінгенський тип контрактів), шляхом прив'язки до цін на місячні ф'ючерсні контракти на індикативний сорт нафти марки «Brent» на Лондонській або Роттердамській біржах та на підставі врахування динаміки цін на спотовому ринку для роздрібних цін для споживачів, а також шляхом визначення короткострокової граничної вартості газу.

Частка реалізації газу за короткостроковими контрактами у державах-членах Євросоюзу останніми роками збільшується, а рівень цін на спотовому ринку став ще одним індикатором для формування ціни на газ за довгостроковими контрактами [150].

Незважаючи на те, що більша частина поставок газу до держав-членів Євросоюзу здійснюється по довгострокових контрактах, проведення політики відкритого доступу і розділення функцій газотранспортних компаній в умовах надлишку пропозиції газу призвело до активізації короткострокової торгівлі газом. Відбувається поступова трансформація ціноутворення на газ внаслідок

лібералізації умов на ринку довгострокових газових контрактів і забезпечення гнучкості ціноутворюючих механізмів, в тому числі за рахунок включення до цінового кошика спотової ціни на газ та біржових індексів [152].

Основні принципи лібералізації європейського газового ринку відображає «Цільова модель газового ринку Європейського Союзу», положення про яку містяться у «Третньому енергопакеті» і одними з ключових елементів якої є вільна конкуренція між постачальниками газу та біржове ціноутворення на високоліквідних газових хабах [153].

Останніми роками маркером для європейських континентальних газових хабів вважається торгівельний майданчик газового хабу TTF, який є одним з найбільш ліквідних газових хабів та має високий ступінь інтеграції з іншими провідними європейськими газовими хабами.

Слід вказати, що коливання цін на газ на торгівельному майданчику газового хабу TTF корелюються із змінами, що відбуваються на інших континентальних хабах Євросоюзу, а індикатори ціни на газ використовуються для укладання довгострокових контрактів на постачання природного газу [113; 114].

Враховуючи вищезазначене, при розрахунку показника економічної (ринкової) доцільності k_{ec} в якості актуальної середньої ціни за тисячу кубометрів газу розглядається спотова ціна, яка сформована на поточний момент часу на торгівельному майданчику газового хабу TTF в Нідерландах.

Загалом, показник економічної (ринкової) доцільності за своєю суттю віддзеркалює ринкові коливання цін на природний газ і чим меншим є його значення, тим менш доцільним з економічної (ринкової) точки зору є постачання природного газу за довгостроковими контрактами по трубопроводах.

Тобто економічна (ринкова) доцільність являє собою односторонню зростаючу залежність, якість якої зростає до максимального рівня при зростанні ознаки до її максимального значення.

У зв'язку з цим, з метою розрахунку нормованого безрозмірного показника економічної (ринкової) доцільності за формулою (3.8), кожен з показників $k_{ec\ i}$, які відображають цінові аспекти постачання природного газу з i -того зовнішнього джерела постачання природного газу, приводиться до одиничної безрозмірної шкали вимірювання шляхом використання зростаючої одиничної логістичної функції Ферхюльста (див. формулу (2.2)).

Таким чином, нормований безрозмірний показник кількісної оцінки рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу K_q , який визначається шляхом нормування розмірного показника k_q (див. формулу (3.7)), дозволяє кількісно оцінити рівень диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу за одиничною шкалою, яка має градації в пропорціях золотого перетину, з урахуванням факторів політичної стабільності та економічної доцільності, що пов'язані з державами-постачальниками (транзитерами) природного газу.

Рівень диверсифікації постачальників природного газу розраховується з використанням індексу Херфіндаля-Хіршмана [79]. Чим більше значення індексу Херфіндаля-Хіршмана, тим нижчим є рівень диверсифікації постачальників природного газу.

У відомій моделі енергетичної безпеки MOSES цей показник має три діапазони значень: високий рівень диверсифікації ($< 0,3$), помірний рівень диверсифікації ($0,3-0,6$) і низький рівень диверсифікації ($> 0,6$) [78-80].

При цьому, кількісні значення цього показника, за якими здійснюється класифікація держав, не мають певного змістовного обґрунтування.

В дисертації показник концентрації ринку модифіковано шляхом приведення індексу Херфіндаля-Хіршмана до ризиків, пов'язаних з державами, до яких відносяться компанії-постачальники природного газу.

У цьому зв'язку враховується наведений вище коефіцієнт політичної стабільності держав-постачальників природного газу, яка визначається рейтингом ризиків держав-членів ОЕСР.

В такому випадку цей показник розраховується за формулою [79]:

$$k_{hhi} = \frac{\sum_{j=1}^M (1 - k_{pol j}) \cdot S_j^2}{\sum_{j=1}^M (1 - k_{pol j})}, \quad (3.9)$$

де

k_{hhi} – показник диверсифікації постачальників природного газу, який приведений до ризиків, пов'язаних з державами, до яких відносяться компанії-постачальники природного газу;

$k_{pol j}$ – коефіцієнт ризику, пов'язаного з державою, до якої відноситься j -та компанія-постачальник природного газу;

S_j – частка ринку j -тої компанії-постачальника природного газу;

M – кількість компаній-постачальників природного газу.

При цьому, коефіцієнт $k_{pol j}$ визначається аналогічно відповідному коефіцієнту ризику за формулою (3.7).

Якщо всі ризики рівні, то значення показника k_{hhi} є тим більшим, чим більш високий рівень концентрації має ринок, тобто на такому ринку працює менше компаній-постачальників природного газу.

Тобто показник k_{hhi} являє собою односторонню зростаючу залежність, якість якої зростає до максимального рівня при зменшенні ознаки до її мінімального значення.

У зв'язку з цим, з метою розрахунку приведенного безрозмірного показника K_{hhi} , показник k_{hhi} приводиться до одиничної безрозмірної шкали вимірювання шляхом використання спадаючої одиничної логістичної функції Ферхюльста (див. формулу (2.6)).

В якості показника диверсифікації комплексу первинних газових енергоносіїв, що імпортуються, використовується показник, який відображає співвідношення часток окремих газових енергоносіїв в комплексі первинних газових енергоносіїв, які переважним чином імпортує ЄС (природного газу в

газоподібному стані, природного газу в зрідженому стані, а також сланцевого газу).

До основних газових енергоносіїв, які входять до комплексу первинних газових енергоносіїв ЄС, відносяться:

- природний газ в газоподібному стані, який видобувається звичайним методом буріння свердловин;
- природний газ в зрідженому стані;
- сланцевий газ, тобто природний газ в газоподібному стані, який видобувається методом гідророзриву.

Біогаз не приймається до уваги внаслідок його незначної долі в комплексі первинних газових енергоносіїв ЄС.

Для визначення цього показника також застосовується індекс Шеннона-Вінера на основі формули [78; 79]:

$$k_{g\ svi} = \frac{-1}{\log N_g} \sum_{n=1}^{N_g} p_{gn} \cdot \log(p_{gn}), \quad (3.10)$$

де

$k_{g\ svi}$ – показник диверсифікації комплексу первинних газових енергоносіїв ЄС, що імпортуються;

N_g – загальна кількість джерел енергії в комплексі первинних газових енергоносіїв;

p_{gn} – частка n -го джерела енергії в комплексі первинних газових енергоносіїв.

Максимальне значення показника дорівнює 1 і досягається тоді, коли всі частки дорівнюють $1/N_g$. Мінімальним значенням є 0 і досягається тоді, коли одна з часток дорівнює 1, а решта – 0. Чим вище цей показник, тим більш диверсифікованим є комплекс первинних газових енергоносіїв, що імпортується ЄС (групою держав, які утворюють регіональний газовий ринок), що відповідає більш високому рівню енергетичної безпеки.

Показник $k_{g\ svi}$ не потребує нормування і приведення до одиничної шкали вимірювання і, таким чином, безпосередньо використовується в якості нормованого безрозмірного показника $K_{g\ svi}$.

До часткових показників диверсифікації, які відображають внутрішні аспекти ринка природного газу ЄС, віднесено:

– газоемність ВВП ЄС;

– частка природного газу в комплексі первинних енергоносіїв, які переважним чином використовуються в економіці ЄС.

Енергоемність ВВП є однією з фундаментальних характеристик економіки держави, яка являє собою узагальнюючий макроекономічний показник, що характеризує рівень витрат паливно-енергетичних ресурсів на одиницю виробленого валового внутрішнього продукту. Енергоемність ВВП визначається як відношення загальних обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів виробничою і невиробничою сферами до ВВП держави за певний період часу [47].

Розглядаючи окремо витрати природного газу на одиницю виробленого ВВП, можна отримати складову енергоемності ВВП – газоемність ВВП, яка характеризує рівень витрат саме природного газу на одиницю ВВП, виробленого за один рік.

Газоемність ВВП використовується в якості показника внутрішньої стійкості газової галузі держави, який розраховується як відношення загальних обсягів споживання газу виробничою і невиробничою сферами держави до її ВВП у грошових одиницях за певний період часу:

$$k_{ngi} = \frac{Q_{cons}}{GDP} , \quad (3.11)$$

де

k_{ngi} – показник газоемності ВВП ЄС;

Q_{cons} – загальний обсяг споживання природного газу виробничою і невиробничою сферами ЄС;

GDP – ВВП, вироблений ЄС за минулий рік в євро.

Цей показник характеризує економічну вразливість газової галузі до зривів постачання природного газу за принципом зворотної пропорційності: чим вище газоємність ВВП держави, тим нижче її внутрішня стійкість.

Тобто при високій газоємності ВВП держава є економічно більш вразливою до зривів постачання природного газу.

Звичайно розмірний показник k_{ngi} вимірюється у мільярдах кубічних метрів на тисячу доларів США і відповідний рівень газоємності ВВП держави може оцінюватися за наступною градацією [79; 80]: низький (< 20), помірний (20-60) і високий (> 60).

Тобто показник k_{ngi} являє собою односторонню зростаючу залежність, якість якої зростає до максимального рівня при зменшенні ознаки до її мінімального значення. У зв'язку з чим, в цілях розрахунку приведеного безрозмірного показника K_{ngi} , показник k_{ngi} за формулою (3.11) приводиться до одиничної безрозмірної шкали вимірювання шляхом використання спадаючої одиничної логістичної функції Ферхюльста (див. формулу (2.6)).

Отриманий таким чином безрозмірний показник характеризує витрати природного газу в долях одиниці на вироблення умовної одиниці ВВП.

Таким чином, нормований безрозмірний показник K_{ngi} характеризує рівень внутрішньої стійкості держави до зривів постачання природного газу в залежності від рівня газоємності ВВП за одиничною прямо пропорційною шкалою виміру.

В якості показника диверсифікації комплексу первинних енергоносіїв використовується показник, який відображає співвідношення часток окремих основних джерел енергії в комплексі первинних енергоносіїв, які переважним чином використовуються в економіці ЄС (сирої нафти, природного газу, твердих видів палива (кам'яного вугілля, коксу і торфу)).

Для визначення цього показника також застосовується індекс Шеннона-Вінера на основі формули [78; 79]:

$$k_{svi} = \frac{-1}{\log N} \sum_{n=1}^N p_n \cdot \log(p_n), \quad (3.12)$$

де

k_{svi} – показник диверсифікації комплексу первинних енергоносіїв ЄС;

N – загальна кількість джерел енергії в комплексі первинних енергоносіїв;

p_n – частка n -го джерела енергії в комплексі первинних енергоносіїв.

Максимальне значення показника дорівнює 1 і досягається тоді, коли всі частки дорівнюють $1/N$. Мінімальним значенням є 0 і досягається тоді, коли одна з часток дорівнює 1, а решта – 0. Чим вище цей показник, тим більш диверсифікованим є комплекс первинних енергоносіїв конкретної держави (групи держав, які утворюють регіональний ринок), що відповідає більш високому рівню енергетичної безпеки.

Показник k_{svi} (як і зазначений вище показник $k_{g\ svi}$) не потребує нормування і приведення до одиничної шкали вимірювання і, таким чином, безпосередньо використовується в якості нормованого безрозмірного показника K_{svi} .

Таким чином, посилаючись на формулу (2.10) та приймаючи до уваги наведені вище часткові показники диверсифікації (див. формули (3.1)-(3.12)), які характеризують рівень диверсифікації визначених аспектів ринку природного газу ЄС, модель диверсифікації ринку природного газу ЄС у розгорнутому вигляді матиме наступний вигляд:

$$I_{div} = K_{imp}^{w_{imp}} \cdot K_q^{w_q} \cdot K_{hhi}^{w_{hhi}} \cdot K_{ngi}^{w_{ngi}} \cdot K_{svi}^{w_{svi}} \cdot K_{g\ svi}^{w_{g\ svi}}, \quad (3.13)$$

де

$w_{imp}, w_q, w_{hhi}, w_{ngi}, w_{svi}, w_{g\ svi}$ – вагові коефіцієнти часткових нормованих безрозмірних показників диверсифікації $K_{imp}, K_q, K_{hhi}, K_{ngi}, K_{svi}, K_{g\ svi}$ відповідно.

Таким чином, запропонована модель диверсифікації ринку природного газу внаслідок своєї адаптації до ринку природного газу ЄС шляхом врахування діючого в ЄС стандарту газової інфраструктури «N - 1» дозволяє

кількісно і якісно оцінити як рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС за основними його аспектами, так і загальний рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС в цілому.

Кількісні оцінки рівня диверсифікації, отримані на основі використання цієї моделі, характеризують поточний стан диверсифікації ринку природного газу за основними його аспектами та в цілому у кількісному вимірі за одиничною шкалою в межах певного якісного рівня диверсифікації.

Використання таких кількісних оцінок дає можливість визначити належні шляхи та відповідні стратегії підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу за певними його аспектами з метою забезпечення (підвищення) енергетичної безпеки ЄС в цілому.

Якісні оцінки рівня диверсифікації, отримані на основі використання цієї моделі, відповідають кваліфікації поточного стану диверсифікації ринку природного газу за основними його аспектами та в цілому як такого, що відноситься до одного з наступних якісних рівнів: критичного, кризового, задовільного, нормального або високого рівня. Використання таких якісних оцінок дає можливість визначити ступінь необхідності підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу як за певними його аспектами, так і ринку природного газу в цілому.

Вагові коефіцієнти w_{imp} , w_q , w_{hhi} , w_{ngi} , w_{svi} , $w_{g\ svi}$ часткових показників диверсифікації K_{imp} , K_q , K_{hhi} , K_{ngi} , K_{svi} , $K_{g\ svi}$ доцільно визначати методами експертного оцінювання.

Дана модель диверсифікації ринку природного газу була реалізована практично в програмному середовищі Microsoft Excel і вихідні дані для розрахунків та основні результати розрахунків з використанням цієї моделі щодо оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС за основними зовнішніми і внутрішніми його аспектами та в цілому і визначення на цій основі пріоритетних напрямів підвищення енергетичної безпеки ЄС наведено в наступному підрозділі.

3.2 Перспективні напрями підвищення енергетичної безпеки ЄС за рахунок диверсифікації ринку природного газу

Враховуючи те, що диверсифікація постачання енергоносіїв є основоположним чинником енергетичної безпеки ЄС як одного з найбільших імпортерів енергоносіїв у світі, перспективні напрями підвищення енергетичної безпеки ЄС в контексті постачання природного газу полягають саме у підвищенні рівня диверсифікації ринку природного газу за основними його аспектами та ринку природного газу в цілому. При цьому, вплив диверсифікації на енергетичну безпеку є однозначним: чим вищим є рівень диверсифікації, тим вищим є рівень енергетичної безпеки.

Для визначення перспективних напрямів підвищення енергетичної безпеки ЄС за рахунок диверсифікації ринку природного газу використовуються кількісні оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС за основними його аспектами, які отримані на основі проведення розрахунків за розробленою моделлю диверсифікації ринку природного газу ЄС.

При проведенні розрахунків в якості вихідних даних використовувалися статистичні дані та відомості щодо енергетичного ринку ЄС загалом та ринку природного газу ЄС зокрема, які опубліковані в офіційних статистичних джерелах ЄС (переважним чином електронних), офіційних статистичних джерелах окремих держав-членів ЄС, звітах міжнародних організацій, які спеціалізуються на дослідженні ринку природного газу, та інших галузевих виданнях.

Внаслідок різноманітних підходів з боку різних організацій до визначення та виміру однакових за своєю природою енергетичних показників, а також особливостей ціноутворення в національних енергетичних галузях щодо енергетичних ресурсів і визначення обсягів їх експорту, імпорту і споживання, виникла проблема широкого різноманіття одиниць виміру, які використовуються різними організаціями для

виміру однакових за своєю природою енергетичних показників, які виступали в якості вихідних даних для проведення розрахунків в цілях дисертації.

Тому для забезпечення єдиної порівняльної бази для проведення розрахунків в рамках запропонованої моделі диверсифікації були використані співвідношення між різними одиницями виміру однакових за своєю природою енергетичних показників (табл. 3.1), які використовуються відомими міжнародними організаціями і енергетичними компаніями.

Таблиця 3.1

Співвідношення одиниць виміру енергетичних показників*

Одиниці виміру	Тераджоуль (<i>Tj</i>)	Мільйон тонн нафтового еквіваленту (<i>Mtoe</i>)	Мільйон британських теплових одиниць (<i>Mbtu</i>)	Гігаватт-година (<i>GWh</i>)
	Перехідні коефіцієнти			
Тераджоуль (<i>Tj</i>)	1	$2,388 \times 10^{-5}$	947,8	0,2778
Мільйон тонн нафтового еквіваленту (<i>Mtoe</i>)	$4,1868 \times 10^4$	1	$3,968 \times 10^7$	11630
Мільйон британських теплових одиниць (<i>Mbtu</i>)	$1,0551 \times 10^{-3}$	$2,52 \times 10^{-8}$	1	$2,931 \times 10^{-4}$
Гігаватт-година (<i>GWh</i>)	3,6	$8,6 \times 10^{-5}$	3412	1

*Складено за даними [85; 154]

У цьому ж контексті при проведенні розрахунків були використані відповідні співвідношення обсягів (маси) природного газу у газоподібному стані та природного газу у зрідженому стані (табл. 3.2).

Розглянемо детальніше сутність та числове визначення показників, які характеризують зовнішні та внутрішні аспекти ринку природного газу

відповідно до запропонованої моделі диверсифікації ринку природного газу ЄС.

Таблиця 3.2

Співвідношення обсягів (маси) газу (у газоподібному стані) та ЗПГ*

Одиниці виміру	Мільярд кубічних метрів природного газу	Мільйон тонн нафтового еквіваленту	Мільйон тонн ЗПГ	Трильйон британських теплових одиниць
	Перехідні коефіцієнти			
Мільярд кубічних метрів природного газу	1	0,9	0,735	35,715
Мільйон тонн нафтового еквіваленту	1,111	1	0,817	39,683
Мільйон тонн ЗПГ	1,36	1,224	1	48,572
Трильйон британських теплових одиниць	0,028	0,025	0,021	1

*Складено за даними [85]

Показник залежності ЄС від імпорту природного газу k_{imp} розраховується за формулою (3.1).

Безрозмірність показника k_{imp} забезпечується тим, що загальний обсяг імпорту природного газу на рік та загальний обсяг споживання природного газу на рік, які використовуються для його розрахунку, мають однакові одиниці виміру (тераджоулі).

Чим більшим є значення показника k_{imp} , тим більшим є рівень залежності від імпорту природного газу, тобто зі збільшенням показника його якість знижується. Таким чином, показник k_{imp} являє собою односторонню зростаючу залежність, якість якого зростає до максимального рівня у разі зменшення ознаки до її мінімального значення.

Враховуючи вищенаведене, в цілях дисертації класифікація держав-членів ЄС і ЄС в цілому щодо залежності від імпорту природного газу здійснюється на основі нормованого безрозмірного показника K_{imp} , який є

результатом нормування показника k_{imp} , тобто його приведення до запропонованої одиничної шкали, яка має градації у пропорціях золотого перетину, з використанням відповідної односторонньої спадаючої функції Ферхюльста (див. рис. 2.21).

В результаті отримуємо нормований показник K_{imp} , значення якого тим більше, чим меншою є залежність від імпорту природного газу.

За підсумками 2016 року загальний обсяг імпорту природного газу ЄС Q_{imp} за 2016 рік склав 9443048,57 тераджоулів (див. рис. 2.11), а загальний обсяг споживання природного газу Q_{cons} за 2016 рік склав 17903400 тераджоулів (див. рис. 2.6).

Таким чином, враховуючи наведені вище значення показників Q_{imp} та Q_{cons} , загальна залежність ЄС від імпорту природного газу за підсумками 2016 року склала 52,7% (показник k_{imp} дорівнює 0,527), що відповідає значенню 0,473 нормованого показника K_{imp} , за яким рівень диверсифікації імпорту природного газу є задовільним за шкалою оцінки рівня показників диверсифікації (див. рис. 2.19).

Внаслідок того, що забезпечення енергетичної безпеки ЄС (безпеки постачання енергоносіїв) не має на меті максимально збільшити енергетичну самодостатність або мінімізувати енергетичну залежність, але спрямоване на зменшення ризиків, пов'язаних із такою залежністю, та досягнення оптимального співвідношення між енергетичною самодостатністю і енергетичною залежністю, в якості прийнятної (з точки зору прийнятності ризиків) рівня залежності від імпорту природного газу вважаємо рівень в діапазоні 15-38%, що відповідає діапазону значень показника залежності від імпорту природного газу K_{imp} 0,62-0,85, який, у свою чергу, відповідає нормальному рівню залежності від імпорту природного газу за шкалою оцінки рівня показників диверсифікації (див. рис. 2.19).

Вказаний прийнятний рівень залежності від імпорту природного газу може бути досягнутий за рахунок зниження потреби в імпорті природного газу за рахунок запровадження раціонального управління попитом на природний

газ, зміна структури споживання природного газу промисловою та непромисловою сферами в напрямку зниження споживання імпортованого природного газу та зменшення долі природного газу у виробництві електроенергії в ЄС за рахунок збільшення відповідної долі відновлюваних джерел енергії та біогазу, що у сукупності дасть можливість підвищити існуючий задовільний рівень залежності від імпорту природного газу у 52,7% до прийняттого рівня з точки зору прийнятності ризиків (залежність в діапазоні від 15% до 38%).

Показник кількісної оцінки рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу до ЄС k_q розраховується за формулою (3.7).

Сутність цього показника полягає у наступному: якщо наявна кількість зовнішніх джерел постачання природного газу дорівнює мінімально необхідній кількості зовнішніх джерел (тобто Δn дорівнює 1) при максимальній економічній доцільності постачання природного газу з певних держав-постачальників (тобто k_{ec} дорівнює 1), які є політично стабільними (тобто k_{pol} дорівнює 1), то рівень диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу відповідає найменшій градації нормального рівня диверсифікації за шкалою оцінки рівня показників диверсифікації (див. рис. 2.19), тобто показник k_q дорівнює 0,62.

Розглянемо особливості визначення показників k_{pol} , k_{ec} та Δn , які використовуються для розрахунку кінцевого показника кількісної оцінки рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу до ЄС.

Показник політичної стабільності k_{pol} розраховується за формулою (3.5).

Показник політичної стабільності $k_{pol i}$ будемо визначати в залежності від рівня і характеру міжнародних відносин між ЄС та i -тою державою-постачальником природного газу з урахуванням її ринкової частки в імпорті природного газу до ЄС.

З цією метою будемо використовувати рейтинг ризиків держав-членів ОЕСР, за яким держави класифікуються за однією з восьми категорій (від 0 до 7). При цьому політично стабільні держави з високим рівнем доходів мають

рейтинг 0, а найбільш політично нестабільні держави мають рейтинг 7, тобто чим більш політично нестабільною є держава, тим більший рейтинг ризику вона має.

Кожен з показників ризику k_{poli} , який пов'язаний з державою, до якої відноситься i -те зовнішнє джерело постачання природного газу, було приведено до одиничної безрозмірної шкали вимірювання шляхом використання спадаючої одиничної логістичної функції Ферхюльста (див. формулу (2.6)) за принципом: чим більше значення показника k_{poli} , тим більш політично стабільною є держава, до якої відноситься i -те зовнішнє джерело постачання природного газу (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Відповідність шкали ризиків ОЕСР та одиничної шкали*

Шкала ОЕСР (0-7)	0	1	2	3	4	5	6	7
Одинична шкала (0-1)	0,999	0,973	0,895	0,683	0,332	0,105	0,027	0,001

*Розраховано за даними [86; 87]

Основними зовнішніми постачальниками природного газу та ЗПГ до ЄС за імпортом є Росія, Норвегія, Алжир, Катар, Нігерія та Лівія.

Використовуючи дані, які наведені в табл. 3.3, було визначено рейтинг ризиків вказаних вище держав за шкалою ОЕСР та за одиничною шкалою (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Рейтинг ризиків основних зовнішніх постачальників природного газу та ЗПГ до ЄС*

	Росія	Норвегія	Алжир	Катар	Нігерія	Лівія
Шкала ОЕСР (0-7)	4	0	4	3	6	7
Одинична шкала (0-1)	0,332	0,999	0,332	0,683	0,027	0,001

*Розраховано за даними [86; 87]

Крім того, в якості вагових коефіцієнтів w_i були використані ринкові частки основних зовнішніх постачальників природного газу та ЗПГ до ЄС в долях одиниці за станом на перше півріччя 2017 року (табл. 3.5) [155].

Держави-постачальники природного газу, які мають ринкові частки менше 1%, до розгляду не приймалися внаслідок їх незначного впливу.

Таблиця 3.5

Ринкові частки основних зовнішніх постачальників природного газу та ЗПГ до ЄС у долях одиниці*

Росія	Норвегія	Алжир	Катар	Нігерія	Лівія
0,374	0,353	0,1372	0,0552	0,027	0,013

*Розраховано за даними [107]

Таким чином, використовуючи наведені вище міркування та посилаючись на формулу (3.5) з використанням даних, наведених в табл. 3.4 та табл. 3.5, було розраховано показник політичної стабільності k_{pol} , який склав 0,561.

Показник економічної доцільності k_{ec} розраховується за формулою (3.6), яка відповідним чином еквівалентно модифікована для більшої зручності розрахунків і виключення необхідності розрахунку показників економічної доцільності щодо кожного зовнішнього джерела постачання природного газу, а саме кінцевий показник економічної доцільності k_{ec} розраховується за формулою:

$$k_{ec} = \frac{P_{spt}}{P_{spl}}, \quad (3.14)$$

де

P_{spt} – актуальна середня ціна в євро за мегаватт-годину, яка сформована на поточний момент часу на газовому хабі ТТФ;

P_{spl} – середня ціна в євро за мегаватт-годину, за якою ЄС імпортує природний газ за довгостроковими контрактами по трубопроводах та через ЗПГ-інфраструктуру.

За станом на 30 листопада 2017 року середня ціна імпорту природного газу ЄС P_{spl} по трубопроводах та через ЗПГ-інфраструктуру складала 24,1 євро за мегаватт-годину [156].

Вказана ціна враховує особливості ціноутворення основних постачальників природного газу (Росії та Норвегії). Наприклад, експортні ціни на російській трубопровідний газ, як правило, пов'язані з цінами на сиру нафту та нафтопродукти з відставанням в кілька місяців і з коливанням цін на сиру нафту також коливаються ціни на природний газ.

На відміну від російського природного газу, експортні ціни на норвезький природний газ базуються, в першу чергу, на європейських спотових індексах, включаючи індекси газових хабів NBP у Великобританії та ТТФ в Нідерландах. І останніми роками біля 80% експорту норвезького природного газу в Європу прив'язане до спотових цін [157].

Актуальна середня ціна P_{spt} , яка сформована за станом на 15.12.2017 р. на торгівельному майданчику газового хабу ТТФ в Нідерландах, дорівнює 17,81 євро за мегаватт-годину [158; 159].

Таким чином, використовуючи наведені вище міркування та посилаючись на формулу (3.14) було розраховано показник економічної доцільності k_{ec} , який склав 0,739.

Показник Δn – ступінь перевищення наявного рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу та ЗПГ над мінімально необхідним рівнем, розраховується за формулою (3.4) з використанням формул (3.2) і (3.3).

Розглянемо особливості визначення окремих показників, які є складовими названих вище формул.

Щодо розрахунку можливого приросту обсягу природного газу q_{vo} , який може бути отриманий з власних виробничих об'єктів ЄС, треба констатувати, що у період часу з 2008 року по 2016 рік включно виробництво природного газу в ЄС в цілому скорочувалося у середньому на 4,9% на рік (див. рис. 2.4) і продовжило своє скорочення у перших кварталах 2017 року. Тому приріст обсягу природного газу q_{vo} фактично не може бути забезпечений і в розрахунках щодо ЄС в цілому він дорівнює нулю.

Щодо розрахунку потенційно можливого приросту обсягу природного газу q_{gc} , який може бути отриманий з власних газосховищ ЄС, відповідний номінальний обсяг $Q_{gc\text{ ном}}$ було визначено із розрахунку 90% від максимального робочого обсягу відбору природного газу із газосховищ $Q_{gc\text{ макс}}$, який, у свою чергу, склав 95% сукупного максимального технічного обсягу закачування природного газу у газосховища (табл. 3.6).

Таким чином, показник q_{gc} склав 113,17 гігаватт-година/день.

Таблиця 3.6

Можливості газосховищ ЄС щодо відбору природного газу*

Сукупний максимальний технічний обсяг закачування природного газу у сховища, гігаватт-година/день	Сукупний максимальний робочий обсяг відбору природного газу зі сховищ $Q_{gc\text{ макс}}$, гігаватт-година/день	Номінальний обсяг відбору природного газу $Q_{gc\text{ ном}}$, гігаватт-година/день	Потенційно можливий приріст обсягу відбору природного газу q_{gc} , гігаватт-година/день
11717,55	11131,67	10018,51	113,17

*Розраховано за даними [160; 161]

Для імпорту природного газу в ЄС використовується 25 зовнішніх трубопроводів (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Зовнішні трубопроводи, які використовуються для імпорту
природного газу до ЄС*

№ з/п	Точка входу в газотранспортну систему ЄС	Максимальний технічний обсяг імпорту природного газу, гігаватт-година/день	Постачальник (транзитер)
1	St. Fergus	705,77	Gassco
2	Dornum	721,3	Gassco
3	Emden	988,88	Gassco
4	Zeebrugge ZPT	488	Gassco
5	Dunkerque	570	Gassco
6	Easington	793,33	Gassco
7	Tarifa	444	EMPL
8	Almeria	266	Medgaz
9	Mazara del Vallo	1203,30	TMPC
10	Gela	513,34	Green Stream
11	Imatra	249	Gazprom
12	Korneti	283,5	Elering, Latvijas Gaze
13	Kotlovka	325,43	Gazprom Belarus
14	Tieterowka	7,3	Gazprom Belarus
15	Kondratki	1024,3	Gazprom Belarus
16	Wysokoje	169,1	Gazprom Belarus
17	Drozdowicze	135,6	Ukrtransgaz
18	Velke Kapusany	2080	Ukrtransgaz
19	Beregdaroc 1400	605,2	Ukrtransgaz
20	Isaccea	766,27	Ukrtransgaz
21	Kipi	48,59	Botas
22	Varska	35,7	Gazprom
23	Greifswald	1570,26	Nord Stream
24	Narva	12,6	Gazprom
25	Mediesu Aurit	370,36	Ukrtransgaz

*Складено за даними [85; 162; 163]

Сукупні максимальні технічні можливості ЄС щодо імпорту природного газу по зовнішніх трубопроводах складають 14377,15 гігаватт-година/день.

Для імпорту ЗПГ в ЄС використовується 21 об'єкт, обладнаний ЗПГ-інфраструктурою (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Інфраструктура імпорту ЗПГ до ЄС*

№ з/п	Точка входу в газотранспортну систему ЄС	Максимальний технічний обсяг імпорту ЗПГ, гігаватт-година/день	Держава-член ЄС
1	Zeebrugge LNG	515,28	Бельгія
2	Teesside	444,60	Велика Британія
3	Isle of Grain	698,98	Велика Британія
4	Milford Haven	945,12	Велика Британія
5	Montoir de Bretagne	370,00	Франція
6	Fos	410,00	Франція
7	Panigaglia	112,73	Італія
8	Cavarzere	274,26	Італія
9	Agia Triada	149,87	Греція
10	Barcelona	544,00	Іспанія
11	Sagunto	264,00	Іспанія
12	Cartagena	377,00	Іспанія
13	Huelva	377,00	Іспанія
14	Mugardos	115,00	Іспанія
15	Bilbao	223,00	Іспанія
16	Sines	335,90	Португалія
17	Gate Terminal (I)	398,50	Нідерланди
18	Livorno	156,41	Італія
19	Klaipeda LNG	121,44	Литва
20	Dunkerque LNG	350,00	Франція
21	Swinoujscie	158,00	Польща

*Складено за даними [85; 162; 163]

Сукупні максимальні технічні можливості ЄС щодо імпорту ЗПГ складають 7341,09 гігаватт-година/день.

Загальна кількість зовнішніх джерел постачання природного газу та ЗПГ до ЄС складає 46 джерел, тобто відповідний показник n дорівнює 46.

Найбільшим за обсягом постачання зовнішнім джерелом імпорту природного газу та ЗПГ до ЄС (див. табл. 3.7 та табл. 3.8) є газопровід із України в Словаччину з точкою входу до газотранспортної системи ЄС в місті Вельке Капушани (Словаччина). Максимальний технічний обсяг імпорту природного газу по цьому газопроводу (тобто показник $q_{нб}$) складає 2080 гігаватт-година/день (див. табл. 3.7).

Щодо постачання природного газу до ЄС по газопроводах, враховуючи те, що сукупні максимальні технічні потужності існуючих зовнішніх газопроводів ЄС щодо імпорту природного газу складають 14377,15 гігаватт-година/день (див. табл. 3.7), відповідний максимальний робочий обсяг імпорту природного газу $Q_{зг макс}$ складатиме 13658,29 гігаватт-година/день, номінальний обсяг імпорту природного газу $Q_{зг ном}$ – 12292,46 гігаватт-година/день, а потенційно можливий приріст обсягу імпорту природного газу $q_{зг}$ – 11229,25 гігаватт-година/день (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Можливості щодо імпорту природного газу до ЄС
по зовнішніх газопроводах*

Сукупний максимальний технічний обсяг імпорту природного газу, гігаватт-година/день	Максимальний робочий обсяг імпорту природного газу $Q_{зг макс}$, гігаватт-година/день	Номінальний обсяг імпорту природного газу $Q_{зг ном}$, гігаватт-година/день	Можливий приріст обсягу природного газу $q_{зг}$, гігаватт-година/день
14377,15	13658,29	12292,46	1229,25

*Розраховано за даними [85; 162; 163]

Щодо можливостей об'єктів ЗПГ-інфраструктури ЄС щодо імпорту ЗПГ, враховуючи те, що сукупні максимальні технічні потужності існуючої ЗПГ-інфраструктури ЄС щодо імпорту ЗПГ складають 7341,09 гігаватт-година/день (див. табл. 3.8), відповідний максимальний робочий обсяг $Q_{зпг макс}$ складатиме 6974,04 гігаватт-година/день, номінальний обсяг імпорту ЗПГ $Q_{зпг ном}$ – 6276,63 гігаватт-година/день, а потенційно можливий приріст обсягу імпорту ЗПГ $q_{зпг}$ – 627,66 гігаватт-година/день (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Можливості ЗПГ-інфраструктури ЄС щодо імпорту ЗПГ*

Сукупний максимальний технічний обсяг імпорту ЗПГ, гігаватт-година/день	Максимальний робочий обсяг імпорту ЗПГ $Q_{зпг макс}$, гігаватт-година/день	Номінальний обсяг імпорту ЗПГ $Q_{зпг ном}$, гігаватт-година/день	Можливий приріст обсягу ЗПГ $q_{зпг}$, гігаватт-година/день
7341,09	6974,04	6276,63	627,66

*Розраховано за даними [85; 162-164]

Враховуючи дані, наведені в табл. 3.9 та табл. 3.10, і посилаючись на формули (3.2) та (3.3), було розраховано граничний обсяг постачання природного газу з одного зовнішнього джерела $Q_{зр}$, який склав 762,22 гігаватт-година/день, та мінімально необхідну кількість зовнішніх джерел постачання природного газу n_{min} , яка дорівнює 21 зовнішньому джерелу (округлене до цілих в більшу сторону).

В результаті ступінь перевищення наявного рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу та ЗПГ над мінімально необхідним рівнем склав 2,19 (показник Δn).

Використовуючи наведені вище міркування та розрахунки щодо визначення показників k_{pol} , k_{ec} та Δn і посилаючись на формулу (3.7), було розраховано нормований показник кількісної оцінки рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу до ЄС K_q , який склав 0,563, що

відповідає задовільному рівню диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу за шкалою оцінки рівня показників диверсифікації (див. рис. 2.19).

Виходячи з цього, основними шляхами підвищення рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу до ЄС є:

– перерозподіл обсягів імпорту природного газу в рамках існуючого портфеля держав-постачальників природного газу до ЄС в напрямку збільшення обсягів імпорту природного газу по трубопроводах і особливо ЗПГ через власну ЗПГ-інфраструктуру з держав, які характеризуються ОЕСР як держави з низькими рейтингами ризиків;

– залучення до постачання природного газу і, у першу чергу, до постачання ЗПГ до ЄС нових держав-постачальників з низьким рейтингом ризиків і ринковою часткою 5-10%, таких як США, Австралія, Малайзія, Індонезія, Тринідад і Тобаго, Оман, Об'єднані Арабські Емірати, що є основним шляхом підвищення рівня диверсифікації постачальників природного газу;

– розвиток власної інфраструктури зберігання природного газу та ЗПГ-інфраструктури в напрямку збільшення їх сукупних технічних можливостей, що дозволить підвищити існуючий задовільний рівень диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу та ЗПГ (показник дорівнює 0,563) до нормального рівня диверсифікації (збільшення сукупних технічних можливостей на 10% сприяє підвищенню кількісної оцінки рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання до 0,657);

– повна прив'язка цін на природний газ, за якими він постачається до ЄС за довгостроковими контрактами, до спотових цін, базуючись на спотових індексах найбільших європейських газових хабів (як найменше, NBP у Великобританії та TTF в Нідерландах), замість прив'язки до цін на сиру нафту та нафтопродукти, що дасть можливість підвищити існуючий задовільний

рівень диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу до ЄС до нормального рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання.

Розрахунки свідчать, що тільки перехід до європейських спотових цін на постачання природного газу за довгостроковими контрактами дасть можливість підвищити рівень диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу до ЄС до значення 0,762, що відповідає нормальному рівню диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу за шкалою оцінки рівня показників диверсифікації (див. рис. 2.19).

При розрахунку показника диверсифікації постачальників природного газу k_{hhi} використовувались рейтинги ризиків основних зовнішніх постачальників природного газу та ЗПГ до ЄС (див. табл. 3.4) та ринкові частки основних зовнішніх постачальників природного газу та ЗПГ до ЄС за станом на перше півріччя 2017 року (див. табл. 3.5). Держави-постачальники природного газу, які мають ринкові частки менше 1%, до розгляду не приймалися внаслідок їх несуттєвого впливу.

В цілях розрахунку приведеного безрозмірного показника диверсифікації постачальників природного газу K_{hhi} , показник k_{hhi} приводиться до одиначної безрозмірної шкали вимірювання з врахуванням його квадратичної природи шляхом використання спадаючої одиначної логістичної функції Ферхюльста (див. формулу (2.6)) за принципом: чим більшим є значення показника K_{hhi} , тим меншим є рівень ринкової концентрації і, відповідно, тим більшим є рівень диверсифікації постачальників природного газу.

Таким чином, використовуючи наведені вище міркування та посилаючись на формулу (3.9) з використанням даних, наведених в табл. 3.4 та табл. 3.5, було розраховано показник диверсифікації постачальників природного газу K_{hhi} , який склав 0,92, що відповідає високому рівню диверсифікації постачальників природного газу за шкалою оцінки рівня показників диверсифікації (див. рис. 2.19).

Незважаючи на те, що існуючий рівень диверсифікації постачальників природного газу до ЄС є досить високим, основним шляхом підвищення її рівня є залучення до постачання природного газу (у першу чергу ЗПГ) до ЄС нових держав-постачальників з низьким рейтингом ризиків і ринковою часткою 5-10%, таких як США, Австралія, Малайзія, Індонезія, Тринідад і Тобаго, Оман, Об'єднані Арабські Емірати. Особливо це актуально для тих держав-членів ЄС, які мають лише одного постачальника природного газу.

Показник диверсифікації комплексу первинних газових енергоносіїв ЄС, що імпортуються, $k_{g\ svi}$ розраховується за формулою (3.10). Для цього показника справедливим є те, що його максимальне значення дорівнює 1 і досягається тоді, коли всі частки дорівнюють $1/N_g$. А його мінімальне значення є близьким до 0 і досягається тоді, коли одна з часток є близькою до 1, а решта – близькою до 0.

Внаслідок того, що сланцевий газ значною мірою імпортується з США в зрідженому стані, при проведенні практичних розрахунків рівня диверсифікації комплексу первинних газових енергоносіїв частка сланцевого газу була включена до загальної частки природного газу в зрідженому стані.

За даними [107] частка сирови природного газу в газоподібному стані в комплексі первинних газових енергоносіїв ЄС складає 0,893, а частка природного газу в зрідженому стані (включаючи сланцевий газ) складає – 0,107.

Таким чином, використовуючи наведені вище міркування та посилаючись на формулу (3.10), було розраховано нормований показник диверсифікації комплексу первинних газових енергоносіїв ЄС, що імпортуються ($K_{g\ svi}$), який склав 0,491.

Загальний рівень диверсифікації комплексу первинних газових енергоносіїв ЄС, що імпортуються, можна оцінити як задовільний. При цьому підвищення рівня диверсифікації комплексу первинних газових енергоносіїв до нормального рівня є можливим за рахунок збільшення на 12% частки

природного газу в зрідженому стані з одночасним еквівалентним зменшенням частки природного газу в газоподібному стані в структурі імпорту природного газу.

Максимальний рівень диверсифікації комплексу первинних газових енергоносіїв ЄС, що імпортуються, може бути досягнуто, якщо цей комплекс буде складатися з рівних часток природного газу в газоподібному стані і природного газу зрідженому стані.

Показник газоемності ВВП k_{ngi} розраховується за формулою (3.11).

При цьому звичайно розмірний показник газоемності ВВП вимірюється у мільярдах кубічних метрів на тисячу доларів США і рівень газоемності ВВП держави вважається високим, якщо він перевищує 60 мільярдів кубічних метрів на тисячу доларів США [79; 80].

В цілях дисертації відповідний показник газоемності ВВП держав-членів ЄС і ЄС в цілому будемо визначати в більш традиційних для ЄС одиницях виміру, посилаючись на дані Eurostat, а саме, в тераджоулях на мільйон євро.

За даними [165-167] ВВП ЄС за 2016 рік склав 14905007,8 мільйонів євро, а загальний обсяг споживання природного газу виробничою і невиробничою сферами ЄС за 2016 рік за даними [108] склав 14984951 тераджоулів.

Таким чином, використовуючи наведені вище міркування та посилаючись на формулу (3.11) з використанням відповідної односторонньої спадаючої функції Ферхюльста (див. рис. 2.21), було розраховано нормований показник газоемності ВВП ЄС – K_{ngi} , який склав 0,469, що відповідає задовільному рівню газоемності ВВП за шкалою оцінки рівня показників диверсифікації (див. рис. 2.19).

Основним шляхом зниження газоемності ВВП є зменшення частки природного газу, який використовується в ЄС для вироблення електроенергії, з одночасним збільшенням частки природного газу, який використовується як сировина для промисловості ЄС.

Показник диверсифікації комплексу первинних енергоносіїв, які переважним чином використовуються в ЄС, k_{svi} розраховується за формулою (3.12).

При цьому для цього показника, як і для показника диверсифікації комплексу первинних газових енергоносіїв ЄС, що імпортуються, максимальне значення дорівнює 1 і досягається тоді, коли всі частки комплексу первинних газових енергоносіїв дорівнюють $1/N$. Мінімальне значення показника є близьким до 0 і досягається тоді, коли одна з часток цього комплексу є близькою до 1, а решта часток – близькими до 0.

За даними [103-106] частка сирової нафти в комплексі первинних енергоносіїв ЄС складає 0,23, частка природного газу складає 0,328, частка твердих видів палива (кам'яного вугілля, коксу і торфу) складає 0,442.

Таким чином, використовуючи наведені вище міркування та посилаючись на формулу (3.12), було розраховано нормований показник диверсифікації комплексу первинних енергоносіїв K_{svi} , які переважним чином використовуються в ЄС, що склав 0,969.

В цілому загальний рівень диверсифікації комплексу первинних енергоносіїв, які переважним чином використовуються в ЄС, є досить високим за шкалою оцінки рівня показників диверсифікації (див. рис. 2.19). І на даний час коригування частки природного газу в комплексі первинних енергоносіїв ЄС є недоцільним, тому що ця частка вже є майже оптимальною з точки зору забезпечення максимального рівня диверсифікації (тобто вона майже дорівнює $1/N$).

Однак, загалом існуючий високий рівень диверсифікації комплексу первинних енергоносіїв, які переважним чином використовуються в ЄС (показник диверсифікації дорівнює 0,969), можна значно підвищити (майже до максимального рівня) за рахунок зменшення на 15% частки твердих видів палива (у першу чергу кам'яного вугілля) з одночасним еквівалентним

збільшенням частки сирої нафти (показник диверсифікації буде дорівнювати 0,988).

Зменшення частки твердих видів палива є доцільним також з точки зору дотримання екологічних вимог.

Таким чином, розраховані всі нормовані показники диверсифікації ринку природного газу ЄС, які є складовими індексу диверсифікації ринку природного газу ЄС (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Значення нормованих показників диверсифікації*

K_{imp}	K_q	K_{hhi}	$K_{g\ svi}$	K_{ngi}	K_{svi}
0,473	0,563	0,92	0,491	0,469	0,969

*Розраховано автором

Загальний єдиний індекс диверсифікації ринку природного газу ЄС було розраховано за формулою (3.13).

Щодо вагових коефіцієнтів w_{imp} , w_q , w_{hhi} , w_{ngi} , w_{svi} , $w_{g\ svi}$ часткових показників диверсифікації K_{imp} , K_q , K_{hhi} , K_{ngi} , K_{svi} , $K_{g\ svi}$, на думку автора найбільш прийнятним методом їх визначення є загальновідомий метод Дельфі, для реалізації якого були підготовлені відповідні анкети (Додаток Б).

Разом з тим, організація експертного оцінювання за методом Дельфі потребує залучення зовнішніх висококваліфікованих фахівців-експертів, які добре знаються на ринку природного газу ЄС, що пов'язане зі значними матеріальними витратами.

Тому в цілях дисертації автором було самостійно визначено вказані вище вагові коефіцієнти, спираючись на наступні міркування.

Враховуючи те, що згідно з «Європейською стратегією енергетичної безпеки» центральним компонентом енергетичної безпеки ЄС є безпека постачання енергоресурсів, під якою розуміється наявність безперервного

доступу до енергетичних ресурсів за прийнятними цінами, найбільш важливими показниками з точки зору забезпечення енергетичної безпеки, тобто показниками, що роблять найбільший внесок у забезпечення безпеки постачання природного газу, є показники диверсифікації, які відображають зовнішні аспекти ринку природного газу ЄС, яким присвоюється найбільша вага.

Іншим показникам, які відображають внутрішні аспекти ринку природного газу ЄС, присвоюється менша вага.

Сума вагових коефіцієнтів всіх показників має дорівнювати одиниці.

Також, прийнято до уваги та обставина, що значення нормованих показників диверсифікації завжди менше 1, тому піднесення їх до степенів, якими є їх вагові коефіцієнти, має зворотній ефект: чим більшим є значення вагового коефіцієнту, тим меншим є значення відповідного показника. Тобто, чим більшим є значення вагового коефіцієнту, тим меншою вагою характеризується відповідний показник.

Підсумкові значення вагових коефіцієнтів нормованих показників диверсифікації наведено в табл. 3.12.

Таблиця 3.12

Значення вагових коефіцієнтів нормованих показників диверсифікації*

W_{imp}	W_q	W_{hhi}	$W_{g\ svi}$	W_{ngi}	W_{svi}
0,10	0,12	0,15	0,18	0,20	0,25

*Розраховано автором

Використовуючи дані, представлені в табл. 3.11 та табл. 3.12, та посилаючись на формулу (3.13), було розраховано узагальнений безрозмірний індекс диверсифікації ринку природного газу ЄС I_{div} , який склав 0,621, що відповідає нормальному рівню диверсифікації за шкалою оцінки рівня показників диверсифікації (див. рис. 2.19).

Але значення цього індексу 0,621 відповідає начальним значенням нормального рівня диверсифікації (мінімальне значення для нормального рівня дорівнює 0,62) і фактично знаходиться поблизу межі між задовільним і нормальним рівнями диверсифікації (нестійкий нормальний рівень), що підтверджує нагальну необхідність підвищення рівня диверсифікації, як найменше, в межах нормального рівня до значень 0,75-0,85, які відповідають більш високим значенням нормального рівня диверсифікації.

На основі аналізу отриманих результатів розрахунків за розробленою моделлю диверсифікації ринку природного газу ЄС можна виділити наступні перспективні напрями підвищення енергетичної безпеки ЄС за рахунок диверсифікації ринку природного газу ЄС за основними зовнішніми та внутрішніми його аспектами:

- зниження потреби в імпорті природного газу за рахунок запровадження раціонального управління попитом на природний газ, зміна структури споживання природного газу промисловою та непромисловою сферами в напрямку зниження споживання імпортованого природного газу та зменшення долі природного газу у виробленні електроенергії в ЄС за рахунок збільшення відповідної долі відновлюваних джерел енергії та біогазу, що у сукупності дасть можливість підвищити існуючий задовільний рівень залежності від імпорту природного газу у 52,7% до прийнятного рівня з точки зору прийнятності ризиків (залежність в діапазоні від 15% до 38%);

- перерозподіл обсягів імпорту природного газу в рамках існуючого портфеля держав-постачальників природного газу до ЄС в напрямку збільшення обсягів імпорту природного газу по трубопроводах і особливо ЗПГ через власну ЗПГ-інфраструктуру з держав, які характеризуються ОЕСР як держави з низькими рейтингами ризиків;

- залучення до постачання природного газу і, у першу чергу, до постачання ЗПГ до ЄС нових держав-постачальників з низьким рейтингом ризиків і ринковою часткою 5-10%, таких як США, Австралія, Малайзія,

Індонезія, Тринідад і Тобаго, Оман, Об'єднані Арабські Емірати, що є основним шляхом підвищення рівня диверсифікації постачальників природного газу;

– розвиток власної інфраструктури зберігання природного газу та ЗПГ - інфраструктури в напрямку збільшення їх сукупних технічних можливостей, що дозволить підвищити існуючий задовільний рівень диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу та ЗПГ (показник дорівнює 0,563) до нормального рівня диверсифікації за шкалою оцінки рівня показників диверсифікації (збільшення сукупних технічних можливостей на 10% сприяє підвищенню кількісної оцінки рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання до 0,657);

– повна прив'язка цін на природний газ, за якими він постачається до ЄС за довгостроковими контрактами, до спотових цін, базуючись на спотових індексах найбільших європейських газових хабів (як найменше, NBP у Великобританії та TTF в Нідерландах), замість прив'язки до цін на сиру нафту та нафтопродукти, що одразу дасть можливість підвищити існуючий задовільний рівень диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу до ЄС до нормального рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання за шкалою оцінки рівня показників диверсифікації;

– зміна структури імпорту природного газу шляхом збільшення на 12% частки природного газу в зрідженому стані з одночасним еквівалентним зменшенням частки природного газу в газоподібному стані, що дасть можливість підвищити існуючий задовільний рівень диверсифікації комплексу первинних газових енергоносіїв, що імпортуються (показник диверсифікації 0,491), до нормального рівня диверсифікації за шкалою оцінки рівня показників диверсифікації (показник диверсифікації дорівнюватиме 0,64);

– зменшення частки природного газу, який використовується в ЄС для вироблення електроенергії, з одночасним збільшенням частки природного газу, який використовується як сировина для промисловості ЄС, що є основним шляхом зниження газоємності ВВП;

– зміна структури комплексу первинних енергоносіїв, що переважним чином використовуються в ЄС, шляхом зменшення на 15% частки твердих видів палива (у першу чергу кам'яного вугілля) з одночасним еквівалентним збільшенням частки сирої нафти, що дасть можливість підвищити існуючий високий рівень диверсифікації комплексу первинних енергоносіїв, що переважним чином використовуються в ЄС (показник диверсифікації дорівнює 0,969), майже до максимально високого рівня диверсифікації за шкалою оцінки рівня показників диверсифікації (показник диверсифікації дорівнюватиме 0,988).

Розрахунки показали, що запровадження запропонованих заходів щодо підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу за основними його аспектами сприятиме підвищенню загального рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС в цілому на 18,5% (узагальнений індекс диверсифікації ринку природного газу дорівнюватиме 0,736, що відповідає стійкому нормальному рівню диверсифікації).

3.3 Пріоритетні шляхи підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу України в контексті інтеграції до ринку природного газу ЄС

Енергетика є одним з ключових напрямків євроінтеграції України, а інтеграція енергетичного ринку України з європейськими енергетичними ринками, у першу чергу з ринками електроенергії та природного газу, є однією з важливих складових євроінтеграційних процесів, які сприяють підвищенню загального рівня енергетичної безпеки всієї Європи.

Україна є членом Енергетичного Співтовариства, відповідно до договору про приєднання до якого Україна має зобов'язання щодо запровадження низки

положень законодавства ЄС та загальноприйнятих стандартів ЄС у національну енергетичну сферу, зокрема по відношенню до ринку природного газу.

Угодою про асоціацію між Україною та ЄС було закладено якісно нову основу для розвитку подальших взаємин між Україною та ЄС у галузі енергетики, яка визначає стратегічні орієнтири для проведення системних реформ у енергетичному секторі і сприяє повномасштабному наближенню законодавства України до норм ЄС, в тому числі у газовій галузі.

Ринок природного газу України регулюється Законом України «Про ринок природного газу», який визначає правові засади функціонування цього ринку на принципах вільної конкуренції та безпеки постачання природного газу, а сам ринок визначається як ринок, здатний до інтеграції з ринками природного газу держав-членів Енергетичного Співтовариства. Одним з принципів функціонування ринку природного газу України є першочергове забезпечення безпеки постачання природного газу, зокрема шляхом диверсифікації джерел його постачання. Законом передбачено розробку правил про безпеку постачання природного газу, які встановлюють мінімальні стандарти безпеки постачання природного газу за європейською практикою, в тому числі у разі виходу з ладу одного магістрального газопроводу за звичайних зимових умов на період тривалістю не менше 30 днів [168].

У 2017 році, розпорядженням Кабінету Міністрів України була схвалена Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» (далі - Стратегія), згідно з якою забезпечення максимального рівня енергетичної незалежності держави має бути стратегічним завданням [22].

При цьому до 2025 року головним фокусом має бути енергозбереження, утримання досягнутих обсягів видобутку вуглеводнів та максимальна диверсифікація постачання первинних енергоресурсів.

Структура комплексу первинних енергоресурсів України характеризується високою часткою природного газу (28,9 %). Показник

імпортозалежності складає 51,6 %, що становить ризик для енергетичної безпеки, тому питання зменшення імпортозалежності є одним з ключових пріоритетів України. Прогнозується, що у період до 2025-2030 років частка імпортованих енергоносіїв має поступово знижуватись до прийнятних 33 %, зокрема, завдяки збільшенню власного видобутку природного газу, енергозбереженню та підвищенню енергоефективності. При цьому з одного джерела постачання Україна має отримувати не більше 30 % первинних енергоносіїв [22].

Поширення європейських енергетичних стандартів на енергетичну сферу України та долучення до загальноєвропейського енергетичного ринку сприятиме лібералізації, демонополізації та підвищенню конкурентоспроможності внутрішніх енергетичних ринків України.

Відповідно до Стратегії, інтеграція ринку природного газу в енергетичний простір ЄС є можливою і доцільною. В рамках Євроінтеграції має бути передбачено забезпечення повноцінної імплементації норм Третього енергетичного пакета, директив і регламентів ЄС відповідно до зобов'язань України в рамках Договору про приєднання до Енергетичного співтовариства, виконання технічних заходів щодо інтеграції енергетичних систем України та ЄС, виконання заходів щодо ринкової інтеграції газового та електроенергетичного комплексу України. Забезпечення на постійній основі диверсифікації постачання природного газу з мінімізацією залежності від будь-якого окремо взятого постачальника або маршруту є одним з головних завдань Стратегії.

Основними загрозами енергетичній (газовій) сфері України є [42; 169]:

- занадто надмірна енергоємність (газоємність) економіки;
- нераціональна структура комплексу первинних енергоносіїв з високою часткою природного газу;
- низький рівень диверсифікації зовнішніх джерел та маршрутів постачання природного газу;
- низька ефективність розподілу і використання енергоресурсів;

- значна імпортозалежність економіки від монопольних зовнішніх джерел постачання енергоресурсів (природного газу);
- відсутність приємних стратегічних резервів первинних енергоносіїв;
- низький технічний стан основних виробничих фондів паливно-енергетичного комплексу.

Все це підтверджує необхідність суттєвого реформування газової сфери України.

Таким чином, спираючись на вищенаведене, як пріоритетні шляхи підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу України в контексті його інтеграції до європейського ринку природного газу, які сприятимуть покращенню (збільшенню значень) показників рівня диверсифікації ринку природного газу, визначимо наступні:

- нарощування обсягів власного видобутку природного газу з існуючих та нових джерел з метою зменшення залежності економіки від імпорту природного газу до рівня 33 %;
- підвищення ефективності технологій видобування, транспортування, зберігання та розподілу природного газу;
- зниження споживання природного газу у всіх секторах економіки і соціальної сфери (оптимізація балансу споживання природного газу);
- подальша лібералізація внутрішнього газового ринку, створення конкурентних умов його функціонування, проведення сучасної тарифної та цінової політики;
- підвищення рівня функціональної (за видами газових енергоресурсів) та географічної (за джерелами та постачальниками) диверсифікації джерел постачання природного газу з необхідністю мати не менш 3 джерел з обсягом постачання не більше 30% з одного джерела;
- підвищення ефективності інфраструктури підземних сховищ природного газу;
- створення державних стратегічних резервів природного газу;
- підвищення ефективності використання первинних енергоресурсів;

– оптимізація комплексу первинних енергоресурсів з метою зменшення частки природного газу, створення сучасного паливно-енергетичного балансу з максимальним використанням власних можливостей, нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії;

– підвищення ефективності магістральних і газорозподільних мереж.

Кінцевою метою реалізації комплексу завдань за вищевказаними шляхами має бути досягнення такого цільового рівня значень відповідних часткових показників диверсифікації, які у сукупності забезпечують задовільний загальний рівень диверсифікації вітчизняного ринку природного газу за запропонованим узагальненим індексом диверсифікації.

В цьому контексті визначимо часткові показники рівня диверсифікації, яким має відповідати ринок природного газу України за основними внутрішніми та зовнішніми аспектами, притаманними ринку природного газу ЄС, забезпечення яких відповідає виконанню основних вимог ЄС щодо диверсифікації ринку природного газу, гарантує, як найменше, задовільний загальний рівень диверсифікації та, в цілому, є передумовою успішної інтеграції до ринку природного газу ЄС.

На основі застосування розробленої моделі диверсифікації ринку природного газу ЄС до ринку природного газу України розглянемо зворотню задачу диверсифікації, коли треба визначити значення часткових показників диверсифікації, які можуть забезпечити заданий загальний рівень диверсифікації ринку природного газу України.

В якості заданого рівня диверсифікації ринку природного газу України будемо розглядати мінімальний задовільний рівень диверсифікації (тобто значення інтегрального показника диверсифікації є заданим і дорівнює 0,38).

Такий вибір заданого рівня диверсифікації обумовлений тим, що для успішної інтеграції до ринку природного газу ЄС ринок природного газу України має задовольняти, як найменше, мінімальні прийнятні вимоги щодо диверсифікації, які відповідають мініальному граничному задовільному

рівню диверсифікації і витрати на забезпечення яких є приємними (мінімально необхідними) для України.

В цілях дослідження формула узагальненого індексу диверсифікації (3.13) була трансформована у наступну цільову функцію:

$$F(x) = K_{imp}^{w_{imp}} \cdot K_q^{w_q} \cdot K_{hhi}^{w_{hhi}} \cdot K_{ngi}^{w_{ngi}} \cdot K_{svi}^{w_{svi}} \cdot K_{g\ svi}^{w_{g\ svi}} - I_{div}^{nrm}, \quad (3.15)$$

де

$F(X)$ – цільова функція, аргументами якої є шість часткових нормованих безрозмірних показників диверсифікації K_{imp} , K_q , K_{hhi} , K_{ngi} , K_{svi} , $K_{g\ svi}$, що складають вектор аргументів X ;

I_{div}^{nrm} – нормативний узагальнений безрозмірний індекс диверсифікації, значення якого відповідає мінімальному граничному значенню для певного рівня диверсифікації в залежності від поставленої задачі.

В наслідок того, що розглядається можливість забезпечення задовільного загального рівня диверсифікації ринку природного газу України у відповідності до вимог ринку природного газу ЄС, нормативний узагальнений безрозмірний індекс диверсифікації I_{div}^{nrm} прийнято рівним 0,38, що саме і відповідає мінімальному граничному значенню задовільного рівня диверсифікації.

Розглянемо основні властивості і особливості даної цільової функції, які треба врахувати при проведенні дослідження з метою коректного її використання.

Якщо вказані часткові нормовані безрозмірні показники диверсифікації забезпечуватимуть саме задовільний рівень диверсифікації ринку природного газу за основними його аспектами за формулою (3.13), тобто матимуть однакові значення (0,38), і нормативний узагальнений безрозмірний індекс диверсифікації I_{div}^{nrm} дорівнюватиме 0,38, то цільова функція (3.15) однозначно дорівнюватиме нулю.

Варіант значень часткових показників диверсифікації, який відповідає вищевказаному випадку (коли всі часткові показники диверсифікації однакові і дорівнюють 0,38), є найпростішим рішенням, яке не потребує спеціальних розрахунків, але яке практично не завжди є прийнятним і доцільним з точки зору врахування особливостей національного ринку природного газу, а також витрат на забезпечення заданого рівня диверсифікації за окремими показниками диверсифікації.

Вочевидь, що, чим вищим є рівень диверсифікації, який треба забезпечити, тим більш високими мають бути відповідні потенційні витрати. З метою мінімізації сукупних витрат, які потенційно можуть бути необхідними для забезпечення відповідного рівня диверсифікації, прийматиме до уваги значення показників диверсифікації тільки в діапазоні від 0,14 до 0,62, які відповідають кризовому та задовільному рівням диверсифікації. Значення показників, які відповідають критичному, нормальному та високому рівням диверсифікації, в цьому контексті не прийматиме до уваги внаслідок більш високих потенційних витрат, які необхідні для їх забезпечення.

Тобто розглядатиме випадки, коли загальний задовільний рівень диверсифікації ринку природного газу забезпечується за рахунок часткових показників, значення яких можуть відповідати різним рівням диверсифікації: від кризового до задовільного включно.

Таким чином, дана цільова функція має наступні властивості: якщо всі аргументи функції дорівнюють своїм мінімальним значенням, тобто дорівнюють 0,14, то цільова функція має своє мінімальне значення (-0,24), а якщо всі аргументи функції дорівнюють своїм максимальним значенням, тобто 0,62, то цільова функція має своє максимальне значення (0,24).

Особливістю цільової функції (3.15) є те, що вона має декілька локальних мінімумів, кожному з яких відповідає свій варіант значень часткових показників диверсифікації.

Задача дослідження полягає у визначенні цільових часткових нормованих безрозмірних показників диверсифікації, які забезпечують загальний

задовільний рівень диверсифікації ринку природного газу України. Це фактично задача оптимізації показників диверсифікації ринку природного газу України за критерієм забезпечення, як найменше, мінімального задовільного рівня диверсифікації ринку природного газу.

Для практичного рішення поставленої задачі будемо використовувати комплексний метод Бокса, який за своєю суттю є модифікацією симплексного метода Нелдера-Міда, але дозволяє враховувати явні та неявні обмеження, які накладаються на аргументи цільової функції. Ітераційна процедура комплексного методу Бокса полягає у пошуку мінімуму цільової функції шляхом умовного руху від її максимального значення до її мінімального значення [170, с. 101-109; 171].

Таким чином, задача дослідження полягає у мінімізації цільової функції $F(X)$, на аргументи якої X_i накладаються наступні явні обмеження:

$$0,14 \leq X_i \leq 0,62, \quad i = \overline{1, 6}, \quad (3.16)$$

та наступні неявні обмеження:

$$0 \leq F(X) \leq 0,24. \quad (3.17)$$

Обмеження (3.16) відображає ту обставину, що часткові нормовані безрозмірні показники диверсифікації як аргументи цільової функції варіюються від 0,14 до 0,62 включно.

Обмеження (3.17) дає можливість враховувати значення часткових нормованих безрозмірних показників диверсифікації, які відповідають саме позитивному діапазону значень цільової функції від її нульового значення до максимального значення (0,24), що відповідає граничним значенням її аргументів (0,62). При цьому нульове значення цільової функції в діапазоні, визначеному обмеженням (3.17), є її мінімальним значенням.

Даний метод є ітераційним, тому для початку ітераційної процедури за цим методом треба задати початкову точку (сукупність початкових значень аргументів), яка відповідає обмеженням (3.16) і (3.17).

Важливою особливістю комплексного методу Бокса є те, що його застосування дозволяє крім глобального мінімуму виявити і локальні мінімуми цільової функції, які також є предметом цього дослідження. Це було здійснено шляхом многократного застосування ітераційної процедури при різних початкових точках.

В якості першої такої точки було задано точку, в якій дана цільова функція має своє максимальне значення (0,24) в діапазоні, визначеному обмеженням (3.17), тобто значення, яке приймає цільова функція, коли всі її аргументи дорівнюють 0,62. Решта початкових точок задавалась шляхом поступового руху в рамках обмеження (3.16) від вказаної першої початкової точки до останньої точки, яка відповідає лівій межі обмеження (3.16).

В якості критерію збіжності ітераційної процедури було обрано критерій досягнення мінімального (нульового) значення цільової функції з точністю, яка дорівнює 0,001.

Алгоритм даного методу був реалізований у інтегрованому середовищі розробки програмного забезпечення Visual Studio 2017 у відповідності до блок-схеми, яка наведена у [170, с. 101-109; 171].

Для перевірки достовірності обраного методу мінімізації було проведено низку тестових чисельних експериментів по мінімізації відомих функцій декількох змінних, які є «важкими» для мінімізації і зазвичай використовуються для дослідження специфічних особливостей різних методів мінімізації. В якості таких функцій були використані функція Пауелла і функція Розенброка, які представляють собою певні комбінації різних степеневих функцій.

В результаті було встановлено, що обраний для мінімізації комплексний метод Бокса показує високу точність визначення мінімальних значень вищевказаних тестових функцій (0,0001).

На основі використання комплексного методу Бокса для мінімізації цільової функції (3.15) було визначено 10 варіантів значень цільових

часткових нормованих безрозмірних показників диверсифікації ринку природного газу України (табл. 3.13), які були ранжовані по значенню показника газоємності ВВП (K_{ngi}).

Таблиця 3.13

Варіанти значень цільових часткових нормованих безрозмірних показників диверсифікації ринку природного газу України*

№, з/п	K_{ngi}	K_{imp}	K_q	K_{hhi}	$K_{g\ svi}$	K_{svi}
1	0,164	0,354	0,537	0,299	0,596	0,489
2	0,251	0,489	0,565	0,596	0,299	0,354
3	0,328	0,219	0,598	0,289	0,291	0,619
4	0,393	0,619	0,345	0,599	0,269	0,321
5	0,411	0,349	0,565	0,172	0,480	0,411
6	0,491	0,469	0,265	0,562	0,281	0,349
7	0,524	0,372	0,147	0,263	0,574	0,429
8	0,597	0,497	0,576	0,293	0,199	0,394
9	0,603	0,298	0,477	0,543	0,359	0,228
10	0,618	0,192	0,327	0,459	0,297	0,412

*Розраховано автором

Значення показника газоємності ВВП було обрано в якості критерію ранжування, тому що, на думку автора, газоємність ВВП є одним з показників, забезпечення яких є найбільш витратним внаслідок того, що торкається

багатьох питань енергоефективності та зменшення споживання природного газу в рамках всієї національної економіки, енергоємність якої є однією з самих високих в Європі.

Отримані цільові показники диверсифікації ринку природного газу України (див. табл. 3.13) є показниками, які фактично визначають основні перспективні напрями розвитку вітчизняного ринку природного газу щодо підвищення енергоефективності, оптимізації структури комплексу енергоносіїв, які використовуються вітчизняною промисловістю, зменшення споживання природного газу, зменшення залежності від імпорту природного газу, підвищення рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання і постачальників природного газу, а також застосування до існуючої та перспективної газотранспортної інфраструктури України аналогу діючого в ЄС стандарту газової інфраструктури «N-1».

Вказані варіанти значень цільових показників диверсифікації в якості цільових параметрів можуть бути покладені в основу відповідних програм диверсифікації ринку природного газу України, розрахованих на середньострокову або довгострокову перспективу.

Визначені цільові часткові нормовані показники диверсифікації ринку природного газу України є показниками, досягнення яких дає можливість забезпечити, як найменше, задовільний рівень диверсифікації ринку природного газу України і є передумовою успішної інтеграції до ринку природного газу ЄС внаслідок дотримання основних вимог ринку газу ЄС.

Таким чином, дослідження особливостей та тенденції диверсифікації ринку природного газу ЄС дозволило обґрунтувати перспективні напрями підвищення енергетичної безпеки ЄС за рахунок диверсифікації ринку природного газу, а також визначити пріоритетні шляхи підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу України з урахуванням позитивного європейського досвіду диверсифікації, практична реалізація яких забезпечить успішну інтеграцію до ринку природного газу ЄС.

Висновки до третього розділу

1. Запропонований науково-методичний підхід до визначення мінімальної кількості зовнішніх джерел постачання природного газу, яка є необхідною для забезпечення нормального рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу, наявність якого є основною умовою забезпечення мінімально необхідного нормального рівня безпеки постачання природного газу за діючим в ЄС стандартом газової інфраструктури «N-1», дав можливість розробити інструментарій кількісної оцінки рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу, який дозволяє кількісно оцінити рівень диверсифікації зовнішніх джерел постачання природного газу до держав-членів ЄС з урахуванням факторів політичної стабільності та економічної доцільності, що пов'язані з державами-постачальниками (транзитерами) природного газу.

2. Розроблена модель диверсифікації ринку природного газу внаслідок своєї адаптації до ринку природного газу ЄС шляхом врахування діючого в ЄС стандарту газової інфраструктури «N - 1» дозволяє якісно і кількісно оцінити як рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС за основними його аспектами, так і загальний рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС в цілому.

Кількісні оцінки рівня диверсифікації, отримані на основі використання цієї моделі, характеризують поточний стан диверсифікації ринку природного газу за основними його аспектами та в цілому у кількісному вимірі за одиничною шкалою в межах певного якісного рівня диверсифікації.

Використання таких кількісних оцінок дає можливість визначити належні шляхи та відповідні стратегії підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу за певними його аспектами з метою забезпечення (підвищення) енергетичної безпеки ЄС в цілому.

Якісні оцінки рівня диверсифікації, отримані на основі використання цієї моделі, відповідають кваліфікації поточного стану диверсифікації ринку

природного газу за основними його аспектами та в цілому як такого, що відноситься до одного з наступних якісних рівнів: критичного, кризового, задовільного, нормального або високого рівня.

Використання таких якісних оцінок дає можливість визначити ступінь необхідності підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу як за певними його аспектами, так і ринку природного газу в цілому.

3. На основі практичної реалізації розробленої моделі диверсифікації ринку природного газу в рамках запропонованого концептуально-методичного підходу до оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС на основі узагальненого індексу рівня диверсифікації ринку природного газу здійснено кількісну і якісну оцінку рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС за основними його аспектами, на основі яких розраховано загальний рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС в цілому.

В результаті встановлено, що поточний рівень диверсифікації ринку природного газу ЄС відповідає нормальному рівню диверсифікації за запропонованою шкалою оцінки рівня показників диверсифікації, але при цьому значення узагальненого індексу рівня диверсифікації (0,621) відповідає начальним значенням нормального рівня диверсифікації (мінімальне значення для нормального рівня дорівнює 0,62) і фактично знаходиться поблизу межі між задовільним і нормальним рівнями диверсифікації (нестійкий нормальний рівень), що підтверджує нагальну необхідність підвищення рівня диверсифікації, як найменше, в межах нормального рівня до значень індексу рівня диверсифікації 0,75-0,85, які відповідають більш високим значенням нормального рівня диверсифікації.

4. На основі аналізу отриманих кількісних і якісних оцінок рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС за основними його аспектами обґрунтовано перспективні напрями підвищення енергетичної безпеки ЄС за рахунок диверсифікації ринку природного газу, запровадження яких сприятиме підвищенню загального рівня диверсифікації ринку природного

газу ЄС в цілому на 18,5% (узагальнений індекс диверсифікації 0,736, що відповідає стійкому нормальному рівню диверсифікації).

5. Розглядаючи ринок природного газу України в контексті його інтеграції з ринком природного газу ЄС, визначено пріоритетні шляхи підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу України, реалізація комплексу завдань за якими з урахуванням запропонованих цільових показників рівня диверсифікації ринку природного газу України за основними внутрішніми та зовнішніми аспектами, притаманними ринку природного газу ЄС, забезпечить задовільний загальний рівень диверсифікації вітчизняного ринку природного газу та є передумовою успішної інтеграції до ринку природного газу ЄС.

Отримані варіанти значень цільових показників диверсифікації в якості цільових параметрів можуть бути покладені в основу відповідних програм диверсифікації ринку природного газу України, розрахованих на середньострокову або довгострокову перспективу, і фактично визначають основні пріоритетні шляхи розвитку ринку природного газу України щодо підвищення енергоефективності, зміни структури комплексу енергоносіїв, які використовуються вітчизняною промисловістю, зменшення споживання природного газу, зменшення залежності від імпорту природного газу, підвищення рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання і постачальників природного газу, а також застосування до існуючої та перспективної газотранспортної інфраструктури України аналогу діючого в ЄС стандарту газової інфраструктури «N-1».

Основні положення цього розділу викладені у наступних публікаціях автора: [89-100; 138-145].

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного дослідження вирішено актуальне наукове завдання – поглиблення теоретичних засад дослідження диверсифікації ринку природного газу ЄС та обґрунтування перспективних напрямів підвищення енергетичної безпеки ЄС за рахунок диверсифікації ринку природного газу. Отримані результати дозволили сформулювати наступні теоретичні та науково-практичні висновки.

1. Теоретичне узагальнення вітчизняних й зарубіжних наукових джерел, присвячених енергетичній безпеці, свідчить, що існує багато різноманітних концептуальних підходів до її трактування, які охоплюють безліч багатофакторних складових, включаючи економічні, політичні, соціальні та екологічні аспекти. У ході дослідження удосконалено понятійно-категоріальний апарат авторським уточненням терміну «енергетична безпека», який запропоновано трактувати як інтегральну категорію, що охоплює соціальні, економічні, політичні, технологічні і екологічні фактори і характеризує стан забезпечення економіки і соціальної сфери держави енергоресурсами, за якого поточні і прогнозовані на середньострокову (довгострокову) перспективу потреби у енергії (у різноманітних формах і достатній кількості) задовольняються за стабільними та доступними цінами шляхом використання енергоресурсів з внутрішніх та зовнішніх джерел і стратегічних резервів через надійну та захищену внутрішню енергетичну інфраструктуру і диверсифіковані та стабільно доступні зовнішні джерела, не створюються загрози сталому розвитку та екологічній безпеці і впроваджені механізми мінімізації наявних і потенційних ризиків для енергетичної сфери.

2. Аналіз підходів ЄС до визначення енергетичної безпеки, місця і ролі диверсифікації енергетичного ринку в системі чинників забезпечення енергетичної безпеки дозволив встановити, що енергетична безпека є

відображенням здатності енергетичних галузей забезпечувати енергетичні послуги за приємною ціною на лібералізованому загальноєвропейському енергетичному ринку. Фундаментальними цілями Європейської енергетичної стратегії є безпека постачання енергоресурсів, яка визначається як стан забезпечення енергоресурсами, за якого основні майбутні енергетичні потреби мають бути задоволені на основі спільного використання внутрішніх енергетичних ресурсів та стратегічних резервів у прийнятних економічних умовах та з використанням диверсифікованих та доступних зовнішніх джерел. З'ясовано, що одним з визначальних елементів забезпечення безпеки постачання енергоресурсів як ключової складової енергетичної безпеки ЄС є саме диверсифікація постачання енергоресурсів.

3. За результатами аналізу засобів забезпечення диверсифікації в газовій сфері виявлено, що для забезпечення достатнього рівня енергетичної безпеки енергетична галузь має характеризуватися диверсифікованістю комплексу первинних джерел енергії, диверсифікованістю виробництва електроенергії за рахунок газу, диверсифікованістю постачальників енергоресурсів без надмірної залежності від постачань за імпортом, диверсифікованістю маршрутів постачання за імпортом без надмірної залежності від окремих маршрутів, тенденцією до зменшення енергоємності ВВП, надійною енергетичною інфраструктурою, стабільними та доступними цінами на енергоресурси. Також з'ясовано, що оцінка рівня диверсифікації ринку природного газу може здійснюватися на основі використання показників диверсифікації комплексу первинних енергоресурсів, виробництва електроенергії за рахунок газу, постачальників, маршрутів постачання, а також диверсифікації щодо використання ЗПГ.

4. За результатами дослідження структури та особливостей розвитку сучасного ринку природного газу ЄС як складової європейського енергетичного ринку встановлено, що цей ринок займає одне з ключових місць в загальній структурі виробництва первинної енергії в ЄС, в якому частка газу складає біля 14 %. У загальній структурі експорту/імпорту енергоресурсів

частка газу складає 13 / 21,6 %, а частка ЗПГ – 4,7 / 2,6 %. Загальним вектором розвитку ринку природного газу ЄС є формування єдиного лібералізованого конкурентоспроможного європейського газового ринку, ключовими елементами якого є вільна конкуренція між постачальниками та біржове ціноутворення на високоліквідних газових хабах.

5. У ході дослідження тенденцій диверсифікації ринку природного газу ЄС у контексті забезпечення енергетичної безпеки, встановлено, що контрактна диверсифікація постачання, яка останнім часом була традиційною в ЄС, на даний час не є повною гарантією енергетичної безпеки ЄС і не може повною мірою забезпечити отримання додаткових обсягів імпорту природного газу. Зроблено висновок, що інша концепція диверсифікації постачання на основі розвитку конкуренції може забезпечити, принаймні, такий самий рівень енергетичної безпеки ЄС, як і контрактна диверсифікація, внаслідок наявності на світовому ринку природного газу резервних потужностей щодо його вироблення. При доступності ринку природного газу ЄС для всіх зовнішніх постачальників до ЄС потенційно можуть бути імпортовані додаткові обсяги природного газу для забезпечення енергетичної безпеки. Також визначено, що диверсифікація постачання природного газу, роблячи суттєвий внесок у забезпечення енергетичної безпеки ЄС, не є повною гарантією захисту від ризиків раптового переривання постачання газу.

6. У роботі запропоновано концептуально-методичний підхід до оцінки рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС на основі узагальненого безрозмірного індексу диверсифікації ринку газу з використанням логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності, який дозволяє кількісно і якісно оцінити як рівень диверсифікації ринку природного газу за основними його аспектами, так і загальний рівень диверсифікації ринку природного газу в цілому. Загальний стан диверсифікації запропоновано якісно характеризувати одним з наступних рівнів диверсифікації: критичним, кризовим, задовільним, нормальним або високим. Для кількісного оцінювання рівня часткових показників диверсифікації і узагальненого індексу

диверсифікації використовується одинична безрозмірна шкала вимірювання з п'ятьма основними градаціями відповідно до певних якісних рівнів диверсифікації, граничні значення яких розраховані в пропорціях золотого перетину.

7. Під час дослідження розроблено модель диверсифікації ринку природного газу, яка внаслідок своєї адаптації до ринку газу ЄС шляхом врахування стандарту газової інфраструктури ЄС «N - 1» дозволяє на основі отриманих кількісних оцінок поточного стану диверсифікації ринку природного газу визначити належні напрями підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу ЄС з метою підвищення енергетичної безпеки.

У рамках практичної реалізації розробленої моделі диверсифікації ринку газу ЄС здійснено оцінку рівня диверсифікації ринку газу за основними зовнішніми та внутрішніми його аспектами, на основі яких розраховано індекс диверсифікації ринку газу ЄС. Встановлено, що поточний рівень диверсифікації відповідає нормальному рівню диверсифікації, але при цьому отримане значення індексу диверсифікації 0,621 відповідає начальним значенням нормального рівня диверсифікації і фактично знаходиться на межі між задовільним і нормальним рівнями (нестійкий нормальний рівень), що підтверджує необхідність підвищення рівня диверсифікації, як найменше, в межах нормального рівня до значень 0,75-0,85, які відповідають більш високим значенням нормального рівня диверсифікації.

8. На основі аналізу отриманих кількісних і якісних оцінок рівня диверсифікації ринку газу ЄС за основними зовнішніми та внутрішніми його аспектами здійснено обґрунтування перспективних напрямів підвищення енергетичної безпеки ЄС за рахунок диверсифікації ринку газу. Доведено, що запровадження запропонованих заходів щодо підвищення рівня диверсифікації ринку газу сприятиме підвищенню загального рівня диверсифікації ринку в цілому на 18,5% (індекс диверсифікації дорівнюватиме 0,736, що відповідає стійкому нормальному рівню диверсифікації).

9. У контексті інтеграції ринку природного газу України до ринку природного газу ЄС визначено пріоритетні шляхи підвищення рівня диверсифікації ринку природного газу України, реалізація комплексу завдань за якими з урахуванням запропонованих цільових показників рівня диверсифікації ринку природного газу України за основними внутрішніми та зовнішніми аспектами, притаманними ринку природного газу ЄС, забезпечить задовільний загальний рівень диверсифікації вітчизняного ринку природного газу та є передумовою успішної інтеграції до ринку природного газу ЄС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Трансформація міжнародних економічних відносин в епоху глобалізації: колективна монографія / кол. авт.; за ред. А.П. Голікова, О.А. Довгаль. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2015. 316 с.
2. Маркевич К., Омельченко В. Глобальні енергетичні тренди крізь призму національних інтересів України // Аналітична доповідь. Київ: Заповіт, 2016. 118 с.
3. Земляний М. Г. До оцінки рівня енергетичної безпеки. Концептуальні підходи // Стратегічна панорама. 2009. №2. С. 56-63.
4. Прокіп А. В. Гарантування енергетичної безпеки: минуле, сьогодення, майбутнє. Львів: ЗУКЦ, 2011. 154 с.
5. What is energy security? [Electronic resourc] // IEA. URL: <http://www.iea.org/topics/energysecurity/subtopics/whatisenergysecurity> (Last accessed: 15.12.2017).
6. World Energy Assessment, energy and the challenge of sustainability, United Nations Development Programme [Electronic resourc]. URL: http://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/environmentenergy/sustainable_energy/world_energy_assessmentenergyandthechallengeofsustainability.html (Last accessed: 15.12.2017).
7. The World Bank: Energy Security Issues [Electronic resourc]. URL: http://siteresources.worldbank.org/INTRUSSIANFEDERATION/Resources/Energy_Security_eng.pdf (Last accessed: 15.12.2017).
8. OECD Policy Roundtables. Energy Security and Competition [Electronic resourc] // OECD. URL: <https://www.oecd.org/competition/abuse/39897242.pdf> (Last accessed: 15.12.2017).
9. The New Energy Security Paradigm [Electronic resourc]. URL: <https://ru.scribd.com/document/202490439/CERA-2006-the-New-Energy-Security-Paradigm> (Last accessed: 15.12.2017).

10. Yergin D. Energy Security and Markets // In: J. H. Kalicki, D. L. Goldwyn (eds.) Energy and Security: Toward a New Foreign Policy Strategy. Woodrow Wilson Press with Johns Hopkins University Press, 2005. 604 p.

11. World Energy Trilemma: Time to Get Real-the Case for Sustainable Energy Policy [Electronic resourc] // World Energy Council. London, UK: World Energy Council. 2012. 109 p. URL: <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/2013-Time-to-get-real-the-case-for-sustainable-energy-investment.pdf> (Last accessed: 15.12.2017).

12. Energy Security for the Euro-Atlantic Region. NATO Parliamentary Assembly 2008 Annual Session report 168 STCEES 08 E rev 1 [Electronic resourc]. URL: <http://www.natopaint/Default.asp?SHORTCUT=1466> (Last accessed: 15.12.2017).

13. Sovacool B. K., Brown M. A. Competing Dimensions of Energy Security: An International Perspective // Environment and Resources. 2010. Vol. 35. P. 77-108.

14. Cheng J. Y. S. A Chinese view of China's energy security // J. Contemp. China. 2008. Vol. 17(55). P. 297-317.

15. Atsumi M. Japanese energy security revisited // Asia-Pacific Rev. 2007. Vol. 14(1). P. 28-43.

16. Leaver R. Factoring energy security into Australian foreign and trade policy: Has luck run out? // Int. J. Glob. Energy Issues. 2008. Vol. 29(4). P. 388-399.

17. Енергетична безпека: європейський досвід [Електронний ресурс] // Офіс з фінансового та економічного аналізу у Верховній Раді України. URL: https://feao.org.ua/wp-content/uploads/2016/11/Energy_Security_Final_27.11.pdf (Дата звернення: 15.12.2017).

18. Mueller P. UK energy security: myth and reality [Electronic resourc] 2014. 22 p. URL: <https://www.thegwpf.org/content/uploads/2014/06/Energy-Security.pdf> (Last accessed: 15.12.2017).

19. Izquierdo J. de C. Estrategia de seguridad energética nacional [Electronic resourc] // Instituto Español de Estudios Estratégicos. 2015. 15 p. URL: http://www.ieee.es/en/Galerias/fichero/docs_opinion/2015/DIEEEE0101-2015_EstrategiaSeguridadEnergetica_JavierdeCarlos.pdf (Last accessed: 15.12.2017).
20. Szwedziak-Bork I. Energy Security as a Priority for CEE Countries. Is the King Naked? // Yearbook of Antitrust and Regulatory Studies. 2016. Vol. 9(13). P. 95-119.
21. Green Paper – For European Union Energy Policy, COM (94) 659, Brussels 23.02.1995 [Electronic resourc]. URL: http://aei.pitt.edu/1185/1/energy_gp_COM_94_659.pdf (Last accessed: 15.12.2017).
22. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» // Сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. URL: <http://195.78.68.67/minugol/doccatalog/document?id=245234103> (Дата звернення: 15.12.2017).
23. Манжук І. В. Визначення поняття «енергетична безпека» зарубіжними авторами // Часопис Київського університету права. 2015. № 2. С. 272-275.
24. Haluzan N. Energy security – Meaning, definition and importance [Electronic resourc]. URL: <http://renewablestalk.blogspot.com/2013/01/energy-security-meaning-definition-and.html> (Last accessed: 15.12.2017).
25. Chow E., Elkind J. Hurricane Katrina and energy security. Survival. Vol. 47(4). P. 145-160.
26. Klare M. T., Brown J. The futile pursuit of energy security by military force. // World Aff. 2007. Vol. 13(2). P. 139-153.
27. Shammin M. R., Bullard C. Impact of cap-and-trade policies for reducing greenhouse gas emissions on U.S. households // Ecol. Econ. 2009. Vol. 68. P. 2432-2438.

28. Pindyck R. S. Volatility in natural gas and oil markets // *J. Energy Dev.* 2004. Vol. 30(1). P. 1-19.
29. Herring H. Energy efficiency – a critical review // *Energy.* 2006. Vol. 31(1). P. 10-20.
30. Gallagher K. S., Holdren J. P., Sagar A. Energy-technology innovation // *Annu. Rev. Environ. Resour.* 2006. Vol. 31. P. 193-237.
31. Baumann F. Energy Security as multidimensional concept [Electronic resourc] // Centre for Applied Policy. 2008. № 1. С. 4-14. URL: <http://www.cap.lmu.de/download/2008/CAP-Policy-Analysis-2008-01.pdf> (Last accessed: 15.12.2017).
32. Papanikos G. T. Energy Security, the European Energy Union and the Mediterranean Countries [Electronic resourc] // Athens Institute for Education and Research. 2015. 15 p. URL: [http://www.atiner.gr/gtp/Papanikos%20\(2015\)-Energy%20Security.pdf](http://www.atiner.gr/gtp/Papanikos%20(2015)-Energy%20Security.pdf) (Last accessed: 10.10.2017).
33. Chang Y., Koh S. L. C. Rethinking Market Governance and Energy Security [Electronic resourc] // In: *Energy and Non-Traditional Security (NTS) in Asia.* 2012. P.13-30. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-29706-9_2 (Last accessed: 15.12.2017).
34. Cherp. A., Jewell J. The concept of energy security: Beyond the four As // *Energy Policy.* 2014. Vol. 75. P. 415–421.
35. Stringer K. D. Energy Security: Applying a Portfolio Approach // *Baltic Security & Defence Review.* 2008. Vol. 10. P. 121-141.
36. Жовтянський В. А., Плачкова С. Г., Ландау Ю. О. та ін. Електроенергетика та охорона навколишнього середовища. Функціонування енергетики в сучасному світі [Електронний ресурс] // *Енергетика: історія, сучасність і майбутнє.* 2012. URL: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-5> (Дата звернення: 15.12.2017).
37. Єфімцева Л. О. Енергетична безпека в Україні: суть, походження та перспективи // *Економіка АПК.* 2014. № 5. С. 85-92.

38. Лойко В. В. Енергетична безпека в контексті економічної безпеки [Електронний ресурс] // Ефективна економіка. 2013. № 1. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2013_1_64 (Дата звернення: 15.12.2017).

39. Бевз С. М., Волошин Д. В., Закревський О. І. та ін. Забезпечення енергетичної безпеки України: моногр. / Рада нац. безпеки і оборони України, Нац. ін-т пробл. міжнар. безпеки. К.: НІМПБ, 2003. 264 с.

40. Заремба І. М. Проблеми оптимізації енергозабезпечення України та шляхи їх вирішення: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. екон. наук: спец. 21.04.01 «Економічна безпека держави». Київ, 2006. 20 с.

41. Крижанівський С. І., Гончарук М. І., Грудз В. Я. та ін. Енергетична безпека держави: високоефективні технології видобування, постачання і використання природного газу. К.: Інтерпрес ЛТД, 2006. 282 с.

42. Бараннік В. О. Комплексна методика оцінки та шляхи забезпечення енергетичної незалежності держави: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. екон. наук: спец. 21.04.01 «Економічна безпека держави». Київ, 2008. 20 с.

43. Бараннік В. О. Енергетична безпека держави: основні сучасні тенденції та принципи забезпечення // Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили. Сер.: Політологія. 2013. Т. 212. Вип. 200. С. 101-106.

44. Мельниченко О. А., Белоцький О. О. Енергетична безпека: сутність і засоби державного регулювання // Вісник Національного університету цивільного захисту України. Сер. «Державне управління». 2017. № 1. С. 33–42.

45. Денчев К. Мировая энергетическая безопасность: история и перспективы // Новая и новейшая история. 2010. № 2. С. 34-77.

46. Дзядикевич Ю. В. Енергетична безпека України та її складові [Електронний ресурс] // Інноваційна економіка. 2014. № 6. С. 5-13. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/inek_2014_6_2 (Дата звернення: 15.12.2017).

47. Мітрахович М. М., Герасимчук І. С. Методика аналізу енергоефективності паливно-енергетичного комплексу України [Електронний ресурс] // Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. 2012. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRNnatural/nt/2009_1/Stati/5.pdf (Дата звернення: 15.12.2017).

48. Van der Linde C., Amineh M. P., Correlje A. et al. Study Energy Supply Security and Geopolitics [Electronic resourc] // Clingendael International Programme (CIEP). Hague: The Netherlands Institute of International Relations, 2004. 281 с. URL: http://www.clingendaelenergy.com/inc/upload/files/Study_on_energy_supply_security_and_geopolitics.pdf (Last accessed: 11.12.2016).

49. Tucci P. A. The handy investing answer book [Electronic resourc]. Detroit: Visible Ink Press, 2014. 384 с. URL: https://academlib.com/14520/business_finance/portfolio#668 (Last accessed: 15.12.2017).

50. Kruyt B., Van Vuuren D. P., de Vries H. J. M. et al. Indicators for energy security [Electronic resourc] // Energy Policy. 2009. Vol. 37. P. 2166–2181. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2009.02.006> (Last accessed: 15.12.2017).

51. Jonsson D. K., Johansson B., Mansson A. et al. Energy security matters in the EU Energy Roadmap [Electronic resourc] // Energy Strategy Reviews. 2015. Vol. 6. P. 48–56. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.esr.2015.03.002> (Last accessed: 15.12.2017).

52. Cameron P. D. Competition in Energy Markets. Law and Regulation in the European Union. Oxford: Oxford University Press. 2007. P. 517-518.

53. Диверсифікаційні проекти в енергетичній сфері України: стан, проблеми та шляхи їх реалізації // Національна безпека і оборона (Український центр економічних і політичних досліджень ім. О. Разумкова). 2009. № 6. С. 2-53.

54. Ciborski J., Kucinski K. Bezpieczeństwo energetyczne // Energia w czasach kryzysu. Warszawa: Difin. 2006. P. 127–146.

55. Glachant J.-M., Ahner N., Vinois J.-A. Is energy security the objective of the EU energy policy? // *EU Energy Law. Vol. VI. The Security of Energy Supply in the European Union*. Deventer-Leuven: Claeys & Casteels Law Publishers. 2012. P. 5-22.

56. Kannelakis M., Martinopoulos G., Zachariadis T. European energy policy [Electronic resourc] // *Energy Policy*. 2013. Vol. 62. P. 1020-1030. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.008> (Last accessed: 15.12.2017).

57. Maltby T. European Union energy policy integration: A case of European Commission policy entrepreneurship and increasing supranationalism [Electronic resourc] // *Energy Policy*. 2013. Vol. 55. P. 435-444. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2012.12.031> (Last accessed: 15.12.2017).

58. Consolidated versions of the Treaty on European Union and the Treaty on the Functioning of the European Union, OJ 2012 C [Electronic resourc] // *EUR-LEX*. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:12012E/TXT> (Last accessed: 15.12.2017).

59. Jones Ch., Graper F., Schoser Ch. Security of supply // In: Ch. Jones (eds.), *EU Energy Law. Vol. I. The Internal Energy Market. The Third Liberalisation Package*. Luven: Claeys & Casteels. 2010. P. 535-563.

60. Rewizorski M., Rosicki R., Ostant W. Wybrane aspekty bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej. Warszawa: Difin. 2013. 392 p.

61. Rosicki R. The Notion of Energy Security in the European Union [Electronic resourc] // Adam Mickiewicz University, 2012. P.1-3. URL: <https://repozytorium.amu.edu.pl/bitstream/10593/3262/1/The%20notion%20of%20energy%20security%20in%20the%20European%20Union.pdf>. (Last accessed: 15.12.2017).

62. Green Paper – Towards a European strategy for the security of energy supply, COM/2000/0769 [Electronic resourc] // IAEA, 2001. 111 p. URL: http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/37/046/37046916.pdf (Last accessed: 15.12.2017).

63. Green Paper. A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy [Electronic resourc] // LEX.EUROPA, 2006. 20 p. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52006DC0105&from=PL> (Last accessed: 15.12.2017).

64. Herranz-Surralles A., Natorski M. The European energy policy towards eastern neighbours: rebalancing priorities or changing paradigms? // In: F. Morata, I.S. Sandoval (eds.), *An Environmental Approach*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing. 2012. P 132-154.

65. Energy roadmap 2050 [Electronic resourc]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2012. 20 p. URL: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2012_energy_roadmap_2050_en_0.pdf (Last accessed: 15.12.2017).

66. Talus K. *EU Energy Law and Policy: A Critical Account*. Oxford: Oxford University Press. 2013. 352 p.

67. Article 2b of the Directive 2005/89/EC of the European Parliament and of the Council of 18 January 2006 concerning measures to safeguard security of electricity supply and infrastructure investment // *Official Journal*, L 33, 2006/ P. 22.

68. Article 2 of the Directive 2009/72/EC of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC // *Official Journal*, L 211, 2009. P. 55, 94.

69. Schaffer B. Europe's natural gas security of supply: policy tools for single supplied states // *Energy Law Journal*. 2015. Vol. 36. P. 179-201.

70. Hoyos Perez J. A., Vinois J.-A. Critical energy infrastructure protection in the EU // *EU Energy Law*. 2012. Vol. VI. *The Security of Energy Supply in the European Union*. Deventer–Leuven: Claeys & Casteels Law Publishers. P. 75-92.

71. Council Directive 2004/67/EC of 26 April 2004 concerning measures to safeguard security of natural gas supply // *Official Journal*, L 127, 2004. P. 92-96.

72. EU Energy Security and Solidarity Action Plan: Second Strategic Energy Review [Electronic resourc]. URL: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction>.

do?reference=MEMO/08/703&format=PDF&aged=1&language=EN&guiLanguage=en (Last accessed: 15.12.2017).

73. Communication from the Commission to the European Parliament and the Council `European Energy Security Strategy` [Electronic resourc] // EUR-Lex. 2014. 24 p. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0330&from=EN> (Last accessed: 15.12.2017).

74. Commission staff working document “In-depth study of European Energy Security” [Electronic resourc] // EC.EUROPA. 2014. 263 p. URL: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20140528_energy_security_study.pdf (Last accessed: 15.12.2017).

75. Energy union and climate [Electronic resourc] // EC.EUROPA. 2014. URL: https://ec.europa.eu/commission/priorities/energy-union-and-climate_en (Last accessed: 15.12.2017).

76. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee, the Committee of the Regions and the European Investment Bank, State of the Energy Union 2015 [Electronic resourc] // EUR-Lex. 2015. 16 p. URL: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2015/EN/1-2015-572-EN-F1-1.PDF> (Last accessed: 15.12.2017).

77. Gas Security of Supply And Options for Improvement [Electronic resourc]. Oxford: Poyry Consulting GB. 2010. 152 p. URL: <http://www.poyry.com/sites/default/files/gbgassecurityofsupply-march2010-energy.pdf> (Last accessed: 15.12.2017).

78. Badea A.C. Energy Security Indicators [Electronic resourc] // European Commission Joint Research Center Institute for Energy Energy Security Unit. URL: <http://www.drustvo-termicara.com/resources/files/7fa5460.pdf> (Last accessed: 15.12.2017).

79. Bolado-Lavin R., Gracceva F., Zeniewski P. et al. Best practices and methodological guidelines for conducting gas risk assessments [Electronic resourc].

Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2012. 104 p. URL: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/jrc68735_best_practices_and_methodological_guidelines_for_conducting_gas_risk_assessments.pdf (Last accessed: 15.12.2017).

80. Jewell J. The IEA Model of Short-term Energy Security [Electronic resourc] // International Energy Agency. 2011. 43 p. URL: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/moses_paper.pdf (Last accessed: 15.12.2017).

81. Rocco C, Tarantola S, Badea A. C. et al. Composite Indicators for Security of Energy Supply in Europe using Ordered Weighted Averaging // In Conference Proceedings: Radim Bris, C. Guedes Soares, Sebastian Martorell, editors. Reliability, Risk and Safety: Theory and Applications, 2009. P. 1737-1744.

82. Cohen G., Joutz F., Loungani P. Measuring Energy Security: Trends in the Diversification of Oil and Natural Gas Supplies [Electronic resourc] // IMF Working Paper, 2011. 40 p. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2011/wp1139.pdf> (Last accessed: 15.12.2017).

83. Loschel A., Moslener U., Rubbelke D. Indicators of Energy Security in Industrialised Countries // Energy Policy, 2010. № 38(4). P 1665-1671.

84. Fueyo N., Gomez A., Dopazo C. Energy security, sustainability, and affordability in Asia and the Pacific // ADB economics working paper series, 2014. № 401. P. 2-5.

85. BP Statistical Review of World Energy June 2017 [Electronic resourc]. London: Whitehouse Associates, Pureprint Group Limited. 2017. 49 p. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf> (Last accessed: 15.12.2017).

86. Country Risk Classification [Electronic resourc] // OECD. URL: <http://www.oecd.org/tad/xcred/crc.htm> (Last accessed: 15.12.2017).

87. Country Risk Classifications of the Participants to the Arrangement on Officially Supported Export Credits [Electronic resourc] // OECD. URL:

<http://www.oecd.org/tad/xcred/cre-crc-current-english.pdf> (Last accessed: 15.12.2017).

88. 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 // Official Journal, L 295. 2010. P. 1-22.

89. Музиченко М. В. Концептуалізація енергетичної безпеки: міжнародний досвід // Бізнес Інформ. 2017. №8. С. 82-88.

90. Музиченко М. В. Місце і роль диверсифікації постачання енергоносіїв у системі забезпечення енергетичної безпеки ЄС // Причорноморські економічні студії. Одеса: Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій. 2017. Вип. 21. С. 15-18.

91. Музиченко М. В. Методичний підхід до оцінки короткотермінової енергетичної безпеки держав-членів ЄС в аспекті постачання природного газу [Електронний ресурс] // Східна Європа: економіка, бізнес та управління, 2017. № 3 (08). С. 24-29. Дата оновлення: 18.01.2018. URL: http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/8_2017/06.pdf.

92. Muzychenko M. Security model of natural gas supply to EU member states // Journal L'Association 1901 "SEPIKE". Poitiers, Frankfurt, Los Angeles. 2016. Edition 15. Part II. P. 107-117.

93. Музиченко М. В. Сучасні тенденції розвитку ринку природного газу ЄС // Глобальний економічний простір: детермінанти розвитку: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, 15 грудня 2017 року. Миколаїв: МНУ ім. В. О. Сухомлинського, 2017. Ч. 1. 128 с. С. 78-82.

94. Музиченко М. В. Місце і роль диверсифікації постачання енергоносіїв в системі забезпечення енергетичної безпеки ЄС // Модернізація економіки та фінансової системи країни: актуальні проблеми та перспективи: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 29-30 вересня 2017 року. У 2-х частинах. Дніпро: ПДАБА, 2017. Ч. 1. 136 с. С. 21-25.

95. Музиченко М. В. Концептуальні підходи міжнародних організацій до визначення енергетичної безпеки // Актуальні питання економіки, фінансів, обліку та управління: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, 29 вересня 2017 року. Полтава: ЦФЕНД, 2017. 175 с. С. 20-23.

96. Музиченко М. В. Методичний підхід до оцінки короткотермінової енергетичної безпеки держав-членів ЄС в аспекті постачання природного газу // Сучасні наукові підходи до вдосконалення політики економічного зростання: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 05-06 травня 2017 року. Ужгород: Ужгородський національний університет, 2017. 160 с. С. 18-21.

97. Музиченко М. В. Показники безпеки постачання природного газу / М. В. Музиченко // Innovative economy: processes, strategies, technologies: conference Proceedings, Part I, January 27, 2017. Kielce, Poland: Baltija Publishing. 196 p. P. 40-42.

98. Музиченко М. В. Модель оцінки безпеки постачання природного газу до держав-членів ЄС // Актуальні питання, проблеми та перспективи регулювання міжнародних економічних відносин: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції, 23-24 грудня 2016 року. К.: «КЕНЦ», 2016. 148 с. С. 19-23.

99. Музиченко М. В. Безпека постачання природного газу до держав-членів ЄС // The Development of International Competitiveness: state, region, enterprise: conference proceedings, Part I, December 16, 2016. Lisbon: Baltija Publishing, 2016. 200 p. P. 35-39.

100. Музиченко М. В. Оцінювання безпеки постачання природного газу до держав-членів ЄС // Сучасний стан і тенденції розвитку економіки країни: матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, 16 грудня 2016 року. Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2016. 208 с. С. 17-21.

101. Блинков В.М. Формирование единого европейского рынка природного газа: проблемы и перспективы // Проблемы национальной стратегии. 2016. № 1. С.183-199.

102. Газовый рынок Европы: утраченные иллюзии и робкие надежды / под ред. В.А. Кулагина, Т.А. Митровой. М.: НИУ ВШЭ-ИНЭИ РАН, 2015. 85 с.

103. European Gas Markets 2017 Q2 [Electronic resourc] // EC.EUROPA. 2017. 29 p. URL: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/quarterly_report_on_european_gas_markets_q2_2017.pdf (Last accessed: 15.12.2017).

104. European Gas Markets 2016 [Electronic resourc] // EC.EUROPA. 2017. 38 p. URL: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/quarterly_report_on_european_gas_markets_q4_2015-q1_2016.pdf (Last accessed: 15.12.2017).

105. Production of primary energy, EU-28 [Electronic resourc] // EC.EUROPA. 2015. URL: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Production_of_primary_energy,_EU-28,_2015_\(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent\)_YB17.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Production_of_primary_energy,_EU-28,_2015_(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent)_YB17.png) (Last accessed: 15.12.2017).

106. Natural gas prices, second half of year, 2014-2016 [Electronic resourc] // EC.EUROPA. 2017. URL: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Natural_gas_prices,_second_half_of_year,_2014-2016_\(EUR_per_kWh\)_YB17.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Natural_gas_prices,_second_half_of_year,_2014-2016_(EUR_per_kWh)_YB17.png) (Last accessed: 15.12.2017).

107. EU imports of energy products – recent developments [Electronic resourc] // EC.EUROPA. 2017. URL: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/EU_imports_of_energy_products_-_recent_developments (Last accessed: 15.12.2017).

108. Natural gas consumption statistics [Electronic resourc] // EC.EUROPA. 2017. URL: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Natural_gas_consumption_statistics (Last accessed: 15.12.2017).

109. Natural gas [Electronic resourc] // The official site of IEA. 2017. URL: <http://www.iea.org/topics/naturalgas/> (Last accessed: 15.12.2017).

110. Prospects for Sustainable Diversification of the EU's Gas Supply [Electronic resourc] // CIEP, 2016. 27 p. URL: http://www.clingendaelenergy.com/inc/upload/files/CIEP_paper_2016_2E_web.pdf (Last accessed: 15.12.2017).

111. Pisca I. Outlook for EU Gas Demand and Import Needs to 2025 [Electronic resourc] // CIEP PAPER. 2016. 27 p. http://www.clingendaelenergy.com/inc/upload/files/CIEP_paper_2016_2A_Demand_web.pdf (Last accessed: 15.12.2017).

112. Methodology and specifications guide European natural gas assessments and indices [Electronic resourc] // S&P Global Platts. 2017. 19 p. URL: <https://www.platts.com/im.platts.content/methodologyreferences/methodologyspecs/eurogasmetho.pdf> (Last accessed: 15.12.2017).

113. Petrovich B. European gas hubs: how strong is price correlation? [Electronic resourc] // The Oxford Institute For Energy Studies. NG 79. 2013. 64 p. URL: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2013/10/NG-79.pdf> (Last accessed: 15.12.2017).

114. Дейнеко В. Газові хаби в ЄС: від кореляції до єдиної ціни на газ [Електронний ресурс] // Інформаційно-аналітичний ресурс «Українська енергетика». URL: <http://ua-energy.org/post/38565> (Дата звернення: 15.12.2017).

115. Energy production and imports [Electronic resourc] // EC.EUROPA. 2017. URL: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports (Last accessed: 15.12.2017).

116. Hecking H., Schulte S. Options for Gas Supply Diversification for the EU and Germany in the next Two Decades [Electronic resourc] // EWI Energy Research & Scenarios. 2016. 116 p. URL: <http://www.ewi.research-scenarios.de/cms/wp-content/uploads/2016/10/Options-for-Gas-Supply-Diversification.pdf> (Last accessed: 15.12.2017).

117. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee, and the Committee of the Regions on an EU strategy for liquefied natural gas and gas storage [Electronic

resourc] // EC.EUROPA. 2016. 12 p. URL: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_EN_ACT_part1_v10-1.pdf (Last accessed: 15.12.2017).

118. Global natural gas demand 2002-2022 [Electronic resourc] // The official site of IEA. 2017. URL: <http://www.iea.org/topics/naturalgas/> (Last accessed: 15.12.2017).

119. Franza L. Outlook for LNG Imports Into The EU to 2025 [Electronic resourc] // CIEP PAPER. 2016. 29 p. URL: http://www.clingendaenergy.com/inc/upload/files/CIEP_paper_2016_2D_LNG_web.pdf (Last accessed: 15.12.2017).

120. Franza L. Outlook for Russian Pipeline Gas Imports into The EU to 2025 [Electronic resourc] // CIEP PAPER. 2016. 28 p. URL: http://www.clingendaenergy.com/inc/upload/files/CIEP_paper_2016_2B_Russia_web.pdf (Last accessed: 15.12.2017).

121. Franza L. Outlook for Gas Imports From New Suppliers Into The EU to 2025 [Electronic resourc] // CIEP PAPER. 2016. 28 p. URL: http://www.clingendaenergy.com/inc/upload/files/CIEP_paper_2016_2C_New_Suppliers_web.pdf (Last accessed: 15.12.2017).

122. Официальный сайт проекта «Турецкий поток» [Электронный ресурс]. URL: <http://turkstream.info/ru/> (Дата звернення: 15.12.2017).

123. Газопровод-отвод от «Турецкого потока» в Европу построят в 2023 году [Электронный ресурс] // Интерфакс. URL: <http://www.interfax.ru/business/586602> (Дата звернення: 15.12.2017).

124. The official website of OPAL Gastransport GmbH & Co. [Electronic resourc]. URL: <https://www.opal-gastransport.de/en/> (Last accessed: 15.12.2017).

125. Logistic function [Electronic resourc] // Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Logistic_function (Last accessed: 15.12.2017).

126. Harrington E.C. The desirable function // Industrial Quality Control, 1965. Vol. 21. № 10. P. 124-131.

127. Пичкалев А. В. Обобщенная функция желательности Харрингтона для сравнительного анализа технических средств // Исследования наукограда. 2012. № 1. С. 25-28.

128. Егоршин А. А., Малярец Л. М. Моделирование интегрального показателя конкурентного статуса предприятия // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. Вып. 50. Сер.: Экономические науки. К.: Техніка, 2003. С. 54-65.

129. Дуда Г.Г., Егоршин А. А. Применение симплекс решетчатого планирования для изучения проблемы оптимизации внесения азотных удобрений при интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы // Агрохимия, 1998. № 8. С. 115-121.

130. Лубенець І. О. Методичні підходи до оцінки економічної безпеки підприємства // Вісник Запорізького національного університету. Економічні науки. 2014. № 2. С. 244-254.

131. Федулова І. В. Підходи до оцінки рівня готовності підприємства щодо інноваційного розвитку // Вісник КНУ ім. Т. Г. Шевченка. 2011. № 124/125. С. 36-39.

132. Булгакова И. Н., Морозов А. Н. Использование «функции желательности» для формализации комплексного показателя конкурентоспособности промышленного предприятия // Вестник ВГУ. Сер.: Экономика и управление, 2009. № 2. С. 54-56.

133. Sokol K. Assessing the scale and readiness of companies to enter the world market of informational technologies // L'Association 1901 "SEPIKE". Poitiers, Osthofen, Los Angeles, 2015. Edition № 9. P. 182-186.

134. Иванус А. И. Гармонизация управления инновационным развитием экономики на основе когнитивной технологии (теория и практика): автореф. дис. на соискание научной степени доктора экон. наук: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством». Москва, 2013. 44 с.

135. Власова Л. Магические числа бизнеса // Экономика и жизнь, 2006. №37 (9147). С. 35-36.

136. Міронов Д. В. Удосконалення системи ТО і Р обладнання тягових підстанцій з використанням узагальнених критеріїв // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2015. № 3. С. 107-116.

137. Опекунов А. Ю., Опекунова М. Г. Интегральная оценка загрязнения ландшафта с использованием функции желательности Харрингтона // Вестник СПбУ. 2014. Вып. 4. С. 101-113.

138. Музиченко М. В. Сучасний ринок природного газу ЄС: структура та тенденції розвитку // Інвестиції: практика та досвід. 2017. № 22. С. 46-52.

139. Музиченко М. В. Кількісна оцінка рівня диверсифікації постачання природного газу до держав-членів ЄС // Бізнес Інформ. 2016. № 8. С. 18-22.

140. Музиченко М. В. Якісна оцінка рівня диверсифікації постачання природного газу в державах-членах Євросоюзу // Вісник ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Серія «Міжнародні відносини. Економіка. Країнознавство. Туризм». Вип. 5, 2016. С. 45-49.

141. Музиченко М. В. Використання логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності для нормування показників безпеки постачання природного газу [Електронний ресурс] // Економіка та суспільство, 2017. № 9. С. 83-88. Дата оновлення: 18.01.2018. URL: http://economyandsociety.in.ua/journal/9_ukr/13.pdf.

142. Музиченко М. В. Використання логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності для нормування показників безпеки постачання природного газу // Проблеми та перспективи розвитку економіки в контексті євроінтеграційних процесів: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 21 квітня 2017 року. Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2017. 140 с. С. 14-17.

143. Музиченко М. В. Оцінювання рівня диверсифікації постачання природного газу в державах-членах Євросоюзу // Забезпечення стійкого економічного розвитку країни: можливості та перспективи: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 жовтня 2016 року. Львів: «ЛЕФ», 2016. 144 с. С. 16-19.

144. Музиченко М. В. Кількісна оцінка рівня диверсифікації постачання природного газу до держав-членів ЄС // Можливості та перспективи забезпечення сталого розвитку економіки України: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 жовтня 2016 року. Ужгород: «Гельветика», 2016. 176 с. С. 25-27.

145. Музиченко М. В. Якісна оцінка рівня диверсифікації постачання природного газу в державах-членах Євросоюзу // Актуальні проблеми світового господарства і міжнародних економічних відносин: матеріали XI наукової конференції молодих вчених, 25 березня 2016 року. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2016. 378 с. С. 213-218.

146. Саприкин В. Энергетическая безопасность Украины и проекты диверсификации источников поставок углеводородов [Електронний ресурс] // Центр Разумкова. URL: http://www.razumkov.org.ua/ukr/article.php?news_id=517 (Дата звернення: 15.12.2017).

147. Дзьоба О.Г., Ромашко О.М. Оцінка рівня диверсифікації постачання природного газу в країнах Європейського Союзу // Економічний часопис-XXI. 2012. № 7-8. С. 37-40.

148. Волович О. Перспективи диверсифікації джерел постачання енергоносіїв в Україну [Електронний ресурс] // Одеський філіал Національного інституту стратегічних досліджень. 2009. URL: <http://old.niss.gov.ua/Monitor/mart2009/5.htm> (Дата звернення: 15.12.2017).

149. New rules to boost gas supply security and solidarity [Electronic resourc] // ЕС.EUROPA. 2016. URL: <https://ec.europa.eu/energy/en/news/new-rules-boost-gas-supply-security-and-solidarity> (Last accessed: 15.12.2017).

150. Подолець Р.З., Дячук О.А., Юхимець Р.С. Особливості ціноутворення в міжнародній торгівлі природним газом // Економіка і прогнозування. 2014. № 1. С. 53-66.

151. Берениус А Как образуются цены на газ [Електронний ресурс]. URL: <http://stop-news.com/sobytiya-i-fakty/kak-obrazuyutsya-ceny-na-gaz> (Дата звернення: 15.12.2017).

152. Шивяков О.С., Стогній О.В., Гунда М.В. та ін. Економічні механізми стимулювання розвитку газового ринку України // Нафтогазова галузь України. 2015. № 5. С. 6-9.

153. European Gas Target Model. Review and Update [Electronic resourc] // Agency for the Cooperation of Energy Regulators. 2015. 43 p. URL: <https://www.acer.europa.eu/Events/Presentation-of-ACER-Gas-Target-Model-/Documents/European%20Gas%20Target%20Model%20Review%20and%20Upda te.pdf> (Last accessed: 15.12.2017).

154. Unit converter [Electronic resourc] // International Energy Agency. URL: <http://www.iea.org/statistics/resources/unitconverter> (Last accessed: 15.12.2017).

155. Extra-EU imports of natural gas, shares in value of main trading partners [Electronic resourc]. URL: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Extra-EU_imports_of_natural_gas,_shares_in_value_of_main_trading_partners.png (Last accessed: 15.12.2017).

156. European Union Natural Gas Import Price [Electronic resourc]. URL: https://ycharts.com/indicators/europe_natural_gas_price (Last accessed: 15.12.2017).

157. Russian and Norwegian natural gas pipeline exports to Europe at high levels amid lowest prices since 2004 [Electronic resourc] // U.S. Energy Information Administration. URL: https://www.eia.gov/naturalgas/weekly/archivenew_ngwu/2016/07_14 (Last accessed: 15.12.2017).

158. Natural Gas Prices [Electronic resourc]. URL: <http://www.energymarketprice.com/sitepage.asp?act=ps&pid=4&prid=4> (Last accessed: 15.12.2017).

159. Endex Dutch TTF Gas Base Load Futures [Electronic resourc]. URL: <https://www.quandl.com/data/ICE/TFMZ2017-Endex-Dutch-TTF-Gas-Base-Load-Futures-December-2017-TFMZ2017> (Last accessed: 15.12.2017).

160. Gas Infrastructure Europe - AGGREGATED Gas STORAGE INVENTORY [Electronic resourc]. URL: <https://agsi.gie.eu/#/historical/eu.2017-12-21> (Last accessed: 15.12.2017).

161. Gas Infrastructure Europe - AGGREGATED Gas STORAGE INVENTORY [Electronic resourc]. URL: https://agsi.gie.eu/api/historical-facility-reports-xml/SSO/eu_/2017-11-23/2017-12-23/Europe-2017-12-23-2017-11-23.xls (Last accessed: 15.12.2017).

162. The European Natural Gas Network (Capacities at cross-border points on the primary market) [Electronic resourc]. URL: https://www.entsog.eu/public/uploads/files/publications/Maps/2017/ENTSOG_CAP_2017_A0_1189x841_FULL_064.pdf (Last accessed: 15.12.2017).

163. Capacity map dataset in Excel format [Electronic resourc]. URL: https://www.entsog.eu/public/uploads/files/maps/transmissioncapacity/2017/Capacities%20for%20Transmission%20Capacity%20Map%20RTS008_NS%20-%20Final.xlsx (Last accessed: 15.12.2017).

164. Gas Infrastructure Europe - AGGREGATED LNG STORAGE INVENTORY [Electronic resourc]. URL: https://alsi.gie.eu/api/historical-facility-reports-xml/LSO/eu_/0/0/Europe.xls (Last accessed: 15.12.2017).

165. European Union: Gross domestic product (GDP) in current prices from 2006 to 2016 [Electronic resourc]. URL: <https://www.statista.com/statistics/279447/gross-domestic-product-gdp-in-the-european-union-eu/> (Last accessed: 15.12.2017).

166. World Bank's new all-inclusive Data Catalog [Electronic resourc] // World Bank. URL: <https://data.worldbank.org/region/european-union> (Last accessed: 15.12.2017).

167. GDP and main aggregates - selected international annual data [Electronic resourc] // EC.EUROPA. URL: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/National_accounts_and_GDP (Last accessed: 15.12.2017).

168. Закон України «Про ринок природного газу» [Електронний ресурс]. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/329-19> (Дата звернення: 15.12.2017).

169. Дзьоба О. Г. Теоретико-методологічні засади управління трансформаціями і розвитком системи газозабезпечення: автореф. дис. ... д-ра екон. наук: 08.00.03 «Економіка та управління національним господарством»

/ Полтав. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка [Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу]. Полтава, 2013. 39 с.

170. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс. М.: Радио и связь, 1988. 128 с.

171. Box M. J. A new method of constrained optimization and a comparison with other methods // The Corp. Journal, № 8. 1965. pp. 42-52.

ДОДАТКИ

Використання логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності для нормування показників рівня диверсифікації ринку природного газу

Показники безпеки постачання природного газу відрізняються один від одного за своєю суттю і масштабами вимірювання, мають різні одиниці виміру та діапазони значень. Для їх нормування і оцінювання використовуються різні методичні підходи з використанням різних кількісних або якісних шкал оцінювання. При цьому визначення кількісних параметрів мінімально необхідних або безпечних рівнів показників енергетичної безпеки ґрунтується на використанні спостережуваних діапазонів значень відповідних показників або на використанні відповідних експертних оцінок.

Відсутність єдиних методичних підходів до якісної і кількісної оцінки основних показників безпеки постачання природного газу та їх трактування і співставлення обумовлює певні проблеми при визначенні рівня енергетичної безпеки. Особливі труднощі з цього приводу виникають при вирішенні багатокритеріальних задач агрегації окремих показників в єдиний узагальнений індекс безпеки постачання природного газу.

Для розв'язання багатокритеріальних задач формалізації узагальнених показників використовуються різні методи їх побудови. Одним з найпоширеніших методів є використання узагальненої функції бажаності Е. Харрінгтона, що виникла як наслідок спостережень за реальними рішеннями експериментаторів і має такі корисні властивості як безперервність, монотонність і гладкість [127].

В основу побудови узагальненої функції бажаності Е. Харрінгтона покладено ідею попереднього перетворення (нормування) всіх розмірних показників в безрозмірні показники якості (функції бажаності), які змінюються від нуля (дуже погана якість) до одиниці (висока якість), тобто

натуральні значення окремих показників перетворюються у безрозмірні за одиничною шкалою бажаності [126].

Самі ж функції бажаності являють собою наступні залежності:

- двобічні (відхилення показника від його оптимального значення в будь-яку сторону призводять до зниження якості);
- однобічні зростаючі (якість зростає при зростанні показника);
- однобічні спадні (якість зростає при зниженні показника).

Методика підбору функцій бажаності всіх трьох вищевказаних типів була запропонована Е. Харрінгтоном, згідно з якою для двосторонньої залежності після попереднього визначення мінімального y_{\min} і максимального y_{\max} значень показника, які відповідають дуже низькій якості (не більше 5%), відповідна функція бажаності має вигляд [126; 128]:

$$Y_i = \exp \left\{ - \left| y'_i \right|^n \right\}, \quad (\text{A.1})$$

де y'_i – безрозмірна величина, яка визначається наступним чином:

$$y'_i = \frac{2y_i - (y_{\max} + y_{\min})}{y_{\max} - y_{\min}}. \quad (\text{A.2})$$

В силу симетричності даної функції бажаності оптимальне значення показника визначається як середнє арифметичне мінімального y_{\min} і максимального y_{\max} його значень.

Показник n визначає форму кривої і для його визначення необхідно мати ще одне значення показника y_0 , при якому відома оцінка якості Y_0 :

$$n = \frac{\ln (\ln Y_0^{-1})}{\ln y_{i0}}. \quad (\text{A.3})$$

Односторонні залежності Е. Харрінгтоном задавалися у вигляді:

$$Y_i = \exp (-\exp (-y'_i)). \quad (\text{A.4})$$

При цьому мало бути вказано оптимальне значення показника, яке відповідає якості не нижче 95%, і найгірше значення показника, яке відповідає якості не більше 5%, а також ще хоча б одне значення показника для перевірки.

В цілому методика Е. Харрінгтона отримала широке розповсюдження при проведенні відповідних досліджень, але внаслідок її громіздкості, деякими дослідниками було запропоновано більш зручні методики використання функції бажаності. Наприклад, у роботі [129] було запропоновано більш прості і достатньо гнучкі функції бажаності:

– для симетричних двобічних залежностей:

$$Y_i = \exp \left\{ -k \left(\frac{y_i - a_i}{b_i - a_i} \right)^2 \right\}; \quad (\text{A.5})$$

– для однобічних залежностей:

$$Y_i = \frac{1}{1 + \exp \left\{ -k \left(\frac{y_i - c_i}{a_i - c_i} \right) \right\}}. \quad (\text{A.6})$$

де

a_i – оптимальне значення показника y_i , коли двобічна функція бажаності дорівнює 1 або 100% якості, а однобічна – не менше 0,95 або 95% якості;

b_i – значення показника, яке відповідає якості менше 0,05 або 5% якості;

c_i – значення показника, яке відповідає якості 0,5 або 50% якості;

k – коефіцієнт, що визначає форму кривої, для остаточного вибору значення якого залучаються відповідні експерти.

Функції бажаності (A.5) і (A.6) дістали достатньо широкого застосування при проведенні досліджень в різних галузях, але при їх використанні для остаточного вибору значення коефіцієнту, що визначає форму кривої функції бажаності, потрібно залучати відповідних експертів, що є додатковим суб'єктивним фактором [128; 130-132].

Важливим питанням використання функції бажаності є питання градації безрозмірної шкали бажаності, яка встановлює відповідність між фізичними і психофізичними параметрами і використовується для перетворення значень окремих безрозмірних показників, які знаходяться в діапазоні від 0 до 1, у відповідні бажаності [126; 130].

Щоб отримати безрозмірну шкалу бажаності, зручно користуватися готовими розробленими таблицями відповідностей між фізичними і психофізичними параметрами (табл. А.1).

Але недоліком стандартної безрозмірної шкали бажаності є те, що числові оцінки за цією шкалою не мають певного змістового навантаження. Наприклад, вибір оцінок за шкалою бажаності 0,37 і 0,63 пояснюється простою зручністю 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 за замовчуванням.

Таблиця А.1

Співвідношення між кількісними значеннями безрозмірної шкали і психологічним сприйняттям людини*

Бажаність	Оцінки за шкалою бажаності
Дуже добре	1 - 0,8
Добре	0,8 - 0,63
Задовільно	0,63 - 0,37
Погано	0,37 - 0,2
Дуже погано	0,20 - 0

*Складено за даними [126; 130]

Розглянемо можливість і особливості використання логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності. Дана функція являє собою сигмоїдальну (S-образну) функцію наступного вигляду [125]:

$$f(x) = \frac{L}{1 + e^{-k(x-x_0)}}, \quad (\text{A.7})$$

де

L – максимальне значення логістичної функції;

x_0 – значення аргументу, при якому функція дорівнює половині свого максимального значення L ;

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

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

Логістична функція визначена в діапазоні дійсних чисел $[-\infty, +\infty]$ і є зростаючою функцією. При наближенні аргументу до $+\infty$ функція прагне до свого максимального значення L , а при наближенні аргументу до $-\infty$ функція прагне до нуля. Графік стандартної логістичної функції ($k = 1$, $x_0 = 0$, $L = 1$) представлений на рис. А.1.

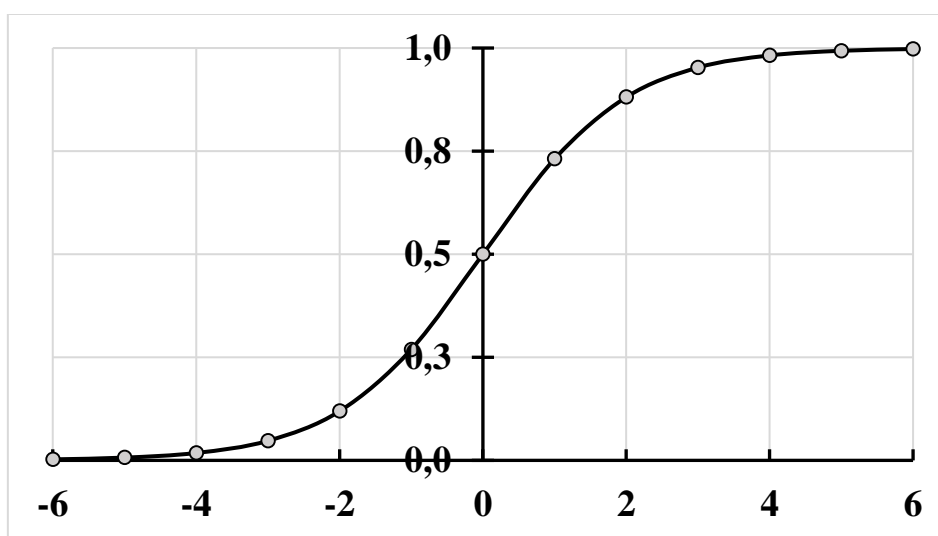


Рис. А.1. Графік стандартної логістичної функції [125]

На практиці, враховуючи властивості експоненціальної функції, логістичну функцію обчислюють в певному діапазоні дійсних чисел, який є достатнім для забезпечення необхідної точності обчислення цієї функції при наближенні до крайніх її значень (0 і L).

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

При цьому величина зсуву вправо x_0 визначається з міркувань необхідної точності обчислення цієї функції при наближенні до крайніх її значень (0 і 1), а саме величина x_0 дорівнює половині необхідної ширини Δ області зміни значень аргументу x , при якому значення функції змінюються від 0 до 1:

$$x_0 = \frac{\Delta}{2}. \quad (\text{A.8})$$

Величина Δ , в свою чергу, являє собою різницю між розглянутими максимальним x_{\max} і мінімальним x_{\min} значеннями аргументу x :

$$\Delta = (x_{\max} - x_{\min}). \quad (\text{A.9})$$

Причому значення логістичної функції в точці x_0 завжди дорівнює половині L .

Далі розглянемо більш детально практичне використання одиничної логістичної функції (при $L=1$) в якості функції бажаності $Y_i(y_i)$ для нормування i -го розмірного показника y_i .

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

$$\Delta = (y_{i \max} - y_{i \min}) > 0. \quad (\text{A.10})$$

Тоді значення аргументу y_{i0} , при якому функція $Y_i(y_i)$ дорівнює половині свого максимального значення (тобто 0,5), визначаємо наступним чином:

$$y_{i0} = \frac{\Delta}{2} = \frac{(y_{i \max} - y_{i \min})}{2}. \quad (\text{A.11})$$

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

$$k \approx \frac{10}{\Delta}. \quad (\text{A.12})$$

Значення безрозмірного показника Y_{i0} – це значення функції в точці y_{i0} , яке завжди дорівнює 0,5 (50% якості):

$$Y_{i0} = Y_i(y_{i0}) = 0,5. \quad (\text{A.13})$$

Беручи до уваги ту обставину, що у формулі (7) логістичної функції знак мінус перед коефіцієнтом k однозначно визначає цю функцію як зростаючу від 0 до L функцію, а також з огляду на наступну важливу властивість логістичної функції [125]:

$$f(-x) = 1 - f(x), \quad (\text{A.14})$$

то якщо у формулі (A.7) перед коефіцієнтом k прибрати знак мінус, то дана функція перетвориться в симетричну спадаючу від L до 0 функцію.

Таким чином, для показників, які являють собою односторонні зростаючі залежності, якість яких зростає до максимального рівня у разі зростання ознаки до її максимального значення, в якості односторонньої зростаючої функції бажаності будемо використовувати функцію:

$$Y_i(y_i) = \frac{1}{1 + e^{-k(y_i - y_{i0})}}, \quad (\text{A.15})$$

де

y_i – поточне значення i -того розмірного показника;

y_{i0} – значення i -того розмірного показника, при якому функція бажаності дорівнює половині свого максимального значення, тобто відповідає 50% якості цього показника;

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

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

$y_{i \max}$ – максимальне значення розмірного показника y_i ;

$y_{i \min}$ – мінімальне значення розмірного показника y_i .

В силу властивостей логістичної функції значення Y_i в точці y_{i0} завжди дорівнює 0,5, тобто 50% якості.

Для показників, які являють собою односторонні зростаючі залежності, якість яких зростає до максимального рівня у разі зменшення ознаки до її мінімального значення, в якості спадаючої функції бажаності будемо використовувати функцію:

$$Y_i(y_i) = \frac{1}{1 + e^{k(y_i - y_{i0})}}. \quad (\text{A.16})$$

Для показників, для яких відхилення від оптимального значення в будь-яку сторону призводять до зниження якості, в якості функції бажаності

використовуються одночасно функції (А.15) і (А.16) в залежності від того, як співвідносяться між собою поточне і оптимальне значення показника.

А саме, виходячи з того, що функції (А.15) і (А.16) є симетричними, а оптимальне значення показника $y_{i \text{ opt}}$ відповідає середньому арифметичному значень $y_{i \text{ max}}$ і $y_{i \text{ min}}$, в якості функції бажаності в діапазоні зростання показника від мінімального до оптимального значення використовується функція (А.15) (випадок нормування показника з лівого боку від оптимального значення), а в діапазоні зростання показника від оптимального до максимального значення використовується функція (А.16) (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 $y_{i \text{ min}}$ до свого оптимального значення $y_{i \text{ opt}}$ визначається наступним чином:

$$\Delta = (y_{i \text{ opt}} - y_{i \text{ min}}). \quad (\text{A.17})$$

А 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 іншим чином:

$$\Delta = y_{i \text{ opt}} + (y_{i \text{ max}} - y_{i \text{ opt}}). \quad (\text{A.18})$$

Таким чином, на думку автора, використання логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності є більш зручним, ніж використання функції бажаності Е. Харрінгтона або інших подібних функцій, і дає можливість нормувати окремі показники безпеки постачання природного газу з необхідною в цілях дослідження точністю та на їх основі формалізувати узагальнений композитний індекс диверсифікації ринку природного газу.

**Зведена матриця експертної оцінки ступеня важливості часткових показників
диверсифікації ринку природного газу ЄС**

№ з/п	Назва часткового показника диверсифікації ринку природного газу ЄС	Оцінки j -го експерта i -го вагового коефіцієнта часткового показника диверсифікації ринку природного газу ЄС, w_{ij}									
		Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3	Експерт 4	Експерт 5	Експерт 6	Експерт 7	Експерт 8	Експерт 9	Експерт 10
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
<i>Зовнішні фактори ринку природного газу ЄС</i>											
1.	Показник залежності ЄС від імпорту природного газу										
2.	Показник кількісної оцінки рівня диверсифікації зовнішніх джерел постачання										

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
3.	Показник диверсифікації постачальників природного газу										
4.	Показник диверсифікації комплексу газових енергоносіїв, що імпортуються										
<i>Внутрішні фактори ринку природного газу ЄС</i>											
5.	Показник газоємності ВВП										
6.	Показник диверсифікації комплексу первинних енергоносіїв										

Розроблено автором.

Примітка: Оцінка ступеня важливості часткових показників диверсифікації ринку природного газу ЄС здійснюється шляхом встановлення відповідних вагових коефіцієнтів з використанням безрозмірної шкали значень від 0 до 1 включно.

При цьому сума оцінок одного експерта вагових коефіцієнтів ступеня важливості кожного з часткових показників диверсифікації ринку природного газу ЄС має дорівнювати одиниці.

Список публікацій здобувача за темою дисертації

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Музиченко М. В. Місце і роль диверсифікації постачання енергоносіїв у системі забезпечення енергетичної безпеки ЄС // Причорноморські економічні студії. Одеса: Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій. 2017. Вип. 21. С. 15-18. (Index Copernicus).

2. Музиченко М. В. Сучасний ринок природного газу ЄС: структура та тенденції розвитку // Інвестиції: практика та досвід. 2017. № 22. С. 46-52. (Index Copernicus, SIS та Google Scholar).

3. Музиченко М. В. Концептуалізація енергетичної безпеки: міжнародний досвід // Бізнес Інформ. 2017. №8. С. 82-88. (Ulrichsweb, Index Copernicus, RePEc, DOAJ, CiteFactor, SIS).

4. Музиченко М. В. Методичний підхід до оцінки короткотермінової енергетичної безпеки держав-членів ЄС в аспекті постачання природного газу [Електронний ресурс] // Східна Європа: економіка, бізнес та управління, 2017. № 3 (08). С. 24-29. Дата оновлення: 18.01.2018. URL: http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/8_2017/06.pdf.

5. Музиченко М. В. Кількісна оцінка рівня диверсифікації постачання природного газу до держав-членів ЄС // Бізнес Інформ. 2016. № 8. С. 18-22. (Ulrichsweb, Index Copernicus, RePEc, DOAJ, CiteFactor, SIS).

6. Музиченко М. В. Якісна оцінка рівня диверсифікації постачання природного газу в державах-членах Євросоюзу // Вісник ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Серія «Міжнародні відносини. Економіка. Країнознавство. Туризм». Вип. 5, 2016. С. 45-49.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації у зарубіжних спеціалізованих виданнях:

7. Muzychenko M. Security model of natural gas supply to EU member states // Journal L'Association 1901 "SEPIKE". Poitiers, Frankfurt, Los Angeles. 2016. Edition 15. Part II. P. 107-117. (Index Copernicus).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

8. Музиченко М. В. Сучасні тенденції розвитку ринку природного газу ЄС // Глобальний економічний простір: детермінанти розвитку: матеріали IV

Міжнародної науково-практичної конференції, 15 грудня 2017 року. Миколаїв: МНУ ім. В. О. Сухомлинського, 2017. Ч. 1. 128 с. С. 78-82.

9. Музиченко М. В. Місце і роль диверсифікації постачання енергоносіїв в системі забезпечення енергетичної безпеки ЄС // Модернізація економіки та фінансової системи країни: актуальні проблеми та перспективи: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 29-30 вересня 2017 року. У 2-х частинах. Дніпро: ПДАБА, 2017. Ч. 1. 136 с. С. 21-25.

10. Музиченко М. В. Концептуальні підходи міжнародних організацій до визначення енергетичної безпеки // Актуальні питання економіки, фінансів, обліку та управління: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, 29 вересня 2017 року. Полтава: ЦФЕНД, 2017. 175 с. С. 20-23.

11. Музиченко М. В. Методичний підхід до оцінки короткотермінової енергетичної безпеки держав-членів ЄС в аспекті постачання природного газу // Сучасні наукові підходи до вдосконалення політики економічного зростання: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 05-06 травня 2017 року. Ужгород: Ужгородський національний університет, 2017. 160 с. С. 18-21.

12. Музиченко М. В. Використання логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності для нормування показників безпеки постачання природного газу // Проблеми та перспективи розвитку економіки в контексті євроінтеграційних процесів: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 21 квітня 2017 року. Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2017. 140 с. С. 14-17.

13. Музиченко М. В. Показники безпеки постачання природного газу / М. В. Музиченко // Innovative economy: processes, strategies, technologies: conference Proceedings, Part I, January 27, 2017. Kielce, Poland: Baltija Publishing. 196 p. P. 40-42.

14. Музиченко М. В. Модель оцінки безпеки постачання природного газу до держав-членів ЄС // Актуальні питання, проблеми та перспективи регулювання міжнародних економічних відносин: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції, 23-24 грудня 2016 року. К.: «ГО Київський економічний науковий центр», 2016. 148 с. С. 19-23.

15. Музиченко М. В. Безпека постачання природного газу до держав-членів ЄС // *The Development of International Competitiveness: state, region, enterprise: conference proceedings, Part I, December 16, 2016*. Lisbon: Baltija Publishing, 2016. 200 p. P. 35-39.

16. Музиченко М. В. Оцінювання безпеки постачання природного газу до держав-членів ЄС // *Сучасний стан і тенденції розвитку економіки країни: матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, 16 грудня 2016 року*. Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2016. 208 с. С. 17-21.

17. Музиченко М. В. Оцінювання рівня диверсифікації постачання природного газу в державах-членах Євросоюзу // *Забезпечення стійкого економічного розвитку країни: можливості та перспективи: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 жовтня 2016 року*. Львів: ГО «Львівська економічна фундація», 2016. 144 с. С. 16-19.

18. Музиченко М. В. Кількісна оцінка рівня диверсифікації постачання природного газу до держав-членів ЄС // *Можливості та перспективи забезпечення сталого розвитку економіки України: матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 жовтня 2016 року*. Ужгород: ВД «Гельветика», 2016. 176 с. С. 25-27.

19. Музиченко М. В. Якісна оцінка рівня диверсифікації постачання природного газу в державах-членах Євросоюзу // *Актуальні проблеми світового господарства і міжнародних економічних відносин: матеріали XI науково-практичної конференції молодих вчених, 25 березня 2016 року*. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2016. 378 с. С. 213-218.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

20. Музиченко М. В. Використання логістичної функції Ферхюльста в якості функції бажаності для нормування показників безпеки постачання природного газу [Електронний ресурс] // *Економіка та суспільство*, 2017. № 9. С. 83-88. Дата оновлення: 18.01.2018. URL: http://economyandsociety.in.ua/journal/9_ukr/13.pdf. (Index Copernicus).