

УДК 330.3

DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.201.3-8>**Андрійчук І.В.**

кандидат економічних наук

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Andriichuk Igor

PhD in Economic Sc.

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

<https://orcid.org/0000-0002-1067-2148>**Ткачук В.В.**

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Tkachuk Vitalii

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

<https://orcid.org/0000-0002-8182-249X>

ПРО ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В РЕГІОНІ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ПОПАРНИХ ПОРІВНЯНЬ

Досліджено проблему визначення ключових факторів, що впливають на ефективність використання природного газу в умовах регіону. У роботі систематизовано п'ять основних груп таких факторів: якісно-енергетичні, економічні, екологічні, соціальні та державно-регулятивні. Для кількісної оцінки відносної значущості впливу ідентифікованих факторів на ефективність використання природного газу застосовано метод попарних порівнянь. Результати дослідження, отримані шляхом попарного зіставлення факторів, дають змогу встановити ієрархію їхнього впливу, що є критично важливим для розробки науково обґрунтованих стратегій та заходів з підвищення ефективності використання природного газу на регіональному рівні. Визначення відносної значущості факторів сприяє більш ефективному розподілу ресурсів для забезпечення сталого розвитку регіону.

Ключові слова: ефективність використання природного газу, фактори впливу, регіон, метод попарних порівнянь, якісно-енергетичні показники, економічні показники, екологічні показники, соціальні показники, державно-регуляторні показники.

ON DETERMINING THE INFLUENCE OF FACTORS ON THE EFFICIENCY OF NATURAL GAS UTILIZATION IN A REGION USING THE PAIRWISE COMPARISON METHOD

This study addresses the critical issue of identifying key determinants influencing natural gas utilization efficiency within a specific regional setting. The relevance of this investigation is underscored by the strategic importance of natural gas for the regional economy, social well-being, and environmental security, particularly in the context of evolving energy landscapes and the imperative for sustainable resource management. The analysis establishes that the efficiency of gas consumption is shaped by a complex interplay of multifaceted factors. The research systematically categorizes these factors into five primary groups: qualitative-energetic, economic, ecological, social, and state-regulatory, recognizing the intricate relationships and potential synergies between these categories. To quantitatively evaluate the relative significance of these identified factors on natural gas utilization efficiency, the pairwise comparison method is employed. This robust methodological approach facilitates the structuring of the assessment process, formalizes expert judgments, and prioritizes the impact of each factor type, particularly in scenarios characterized by limited direct quantitative data across all relevant dimensions. The research outcomes, derived from the pairwise comparison of these factors, enable the establishment of a hierarchical ranking of their influence, providing a clear understanding of the most impactful levers for enhancing efficiency. This hierarchical understanding is crucial for formulating evidence-based strategies and implementing targeted measures aimed at enhancing natural gas utilization efficiency at the regional level, thereby contributing to energy security and economic competitiveness. Determining the relative significance of these determinants contributes to a more effective allocation of resources and the prioritization of efforts directed towards the sustainable development of the region, ultimately informing policy decisions aimed at optimizing energy resource management and

fostering environmental stewardship within the regional framework, while considering the dynamic interplay of economic incentives and regulatory frameworks.

Keywords: *natural gas utilization efficiency, influencing factors, region, pairwise comparison method, qualitative-energetic indicators, economic indicators, ecological indicators, social indicators, state-regulatory indicators.*

JEL classification: Q41, Q48, Q58, C61, C63.

Постановка проблеми. В умовах глобальних енергетичних трансформацій оцінювання ефективності використання природного газу з урахуванням сучасних технологічних, економічних та екологічних вимог та переходу до низьковуглецевої економіки набуває особливої актуальності.

Такі фактори як економічні, якісно-енергетичні, екологічні, соціальні та державно-регулятивні мають безпосередній вплив на ефективність використання природного газу в регіоні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Закордонні та вітчизняні науковці та практики досліджують проблему багатофакторної економічної оцінки ефективності використання природного газу, зокрема як: Дж. Стерн, Р. Гордон, С. Мохатаб, М.М. Фосс, М.О. Феррі, А. Нойманн, Дж. Спейт, Кириленко О.В., Уніговський Л.М., Ткаченко С.Й., Гончарук О.В., Мазур ІМ., Єрмошенко М.М., Землянський В.В., Середюк О.Є., Ставицький В.В., Касьяненко Л.М – здійснили значний вклад в дослідження задля розкриття даного питання, проте ряд економічних та технічних аспектів потребує більш детального розгляду.

Незважаючи на значну кількість досліджень і важливість оцінки ефективності використання природного газу для регіонального розвитку, на даний момент бракує чітко структурованих методик, які б дозволили інтегрувати вплив економічних, якісно-енергетичних, соціальних та інших значущих факторів.

У зв'язку з цим, **мета даної статті** полягає у дослідженні теоретико-методичних підходів попарного порівняння до визначення впливу факторів на ефективність використання природного газу в регіоні з урахуванням сучасних економічних, екологічних, соціальних, державно-регулятивних та інших вимог.

Виклад основних результатів дослідження. Наукові дослідження свідчать про постійний інтерес до економічної оцінки ефективності використання природного газу як в Україні, так і у світі. Вони охоплюють широкий спектр питань: від розробки нових методів оцінки та аналізу впливу окремих якісних характеристик на економічні показники, до аналізу ринкових тенденцій та регуляторних вимог. Результати цих досліджень мають важливе значення для прийняття обґрунтованих управлінських рішень у сфері видобутку, транспортування, зберігання та використання природного газу, а також для формування ефективної енергетичної політики. Тому необхідно спрямувати подальші дослідження на більш глибокий аналіз інтегрального впливу груп факторів: економічних, соціальних, техніко-технологічних, екологічних та ін.

В наукових дослідженнях [1-4] використовують різноманітні підходи та методи для економічної оцінки

використання енергоресурсів. Серед них можна виділити: аналіз витрат та вигод використання паливно-енергетичних ресурсів; моделювання ціноутворення; техніко-економічний аналіз; економетричні методи з використанням статистичних методів для виявлення та кількісної оцінки впливу енергетичних показників; експертні оцінки щодо використання енергоресурсів із залученням відповідних галузевих фахівців [5].

На сьогоднішній день часто використовують комбінацію цих методів для отримання більш комплексної та обґрунтованої оцінки. У контексті наукових досліджень, присвячених оцінюванню комплексного впливу показників ефективності використання енергоресурсів, поряд із зазначеними підходами, значне місце посідає метод попарних порівнянь [6]. Цей метод є інструментом багатокритеріального аналізу та теорії прийняття рішень, який дозволяє визначати відносну значущість або пріоритетність сукупності елементів (факторів) шляхом послідовного їх зіставлення попарно за певним критерієм.

Метод попарних порівнянь має низку переваг при визначенні ефективності використання природного газу [6]:

- дозволяє структурувати та більш чітко ідентифікувати відносну важливість навіть суб'єктивних або непрямих впливів факторів;
- попарні порівняння дають змогу одночасно оцінити відносну значущість різних якісних та кількісних параметрів, зокрема, окреслити більш «цілісну картину» ефективності використання ресурсів;
- метод попарних порівнянь надає більш структурований та математично обґрунтований спосіб збору та обробки даних та експертних висновків, що підвищує об'єктивність результатів порівняно з простим ранжуванням чи бальною оцінкою експертами.
- методика попарних порівнянь, в значній мірі, підходить для визначення відносної важливості досліджуваних якісних показників.

З метою забезпечення об'єктивності оцінювання впливу різноманітних факторів на рівень ефективності використання природного газу в межах регіону за допомогою методу попарних порівнянь, передбачається визначення кількісних коефіцієнтів вагомості для кожної виділеної групи показників [7]. Ці коефіцієнти встановлені на основі експертних висновків, отриманих із застосуванням методології попарних порівнянь. Процедура оцінювання базуватиметься на критерії характеристики ефективності використання природного газу, а перетворення якісних оцінок переваги одного параметра над іншим у кількісні значення здійснюватиметься за допомогою стандартизованої шкали трансформації (табл 1).

Таблиця 1

Трансформації якісних оцінок переваги одного показника перед іншим у кількісні оцінки

Якісна оцінка	Кількісна оцінка, балів
Обидва порівнювані показники збігаються	1
Перший показник дещо перевищує другий	2
Перший показник перевищує другий	3
Перший показник набагато перевищує другий	4

Джерело: сформовано на основі [7]

За бальними оцінками визначають вагомості кожної групи показників, що характеризують ефективність використання природного газу.

Для комплексної оцінки ефективності

використання природного газу пропонується використання інтегрального показника, розрахованого на основі середнього геометричного значення (формула 1):

$$I = \sqrt[n]{x_1 \cdot k_1 \cdot x_2 \cdot k_2 \dots x_i \cdot k_i}, \quad (1)$$

де I – інтегральний показник ефективності використання природного газу та є кінцевим значенням, яке відображає загальний рівень ефективності, враховуючи різні аспекти;

n – кількість первинних або агрегованих показників, що використовуються для оцінки ефективності. Дані показники можуть відображати різні аспекти ефективності, такі як якісно-енергетичні, економічні, екологічні, соціальні та державно-регулятивні характеристики;

x_i – значення i -го показника ефективності використання природного газу, в балах;

k_i – вагомості i -го показника ефективності використання природного газу. Ці показники повинні бути попередньо нормовані або приведені до єдиної шкали (наприклад, бальної). Це необхідно для того, щоб показники з різними одиницями виміру могли бути коректно об'єднані в інтегральний показник.

Ефективність використання природного газу в умовах регіону є складним, багатовимірним явищем, яке формується під впливом значної кількості взаємопов'язаних чинників. Проведене дослідження дозволило ідентифікувати та систематизувати п'ять ключових груп факторів, що детермінують рівень ефективності використання природного газу на регіональному рівні: економічні, якісно-енергетичні, екологічні, соціальні та державно-регулятивні. Кожна з цих груп факторів має специфічний механізм впливу, і тільки їх комплексне врахування дозволяє визначити інтегральний показник ефективності.

Економічні фактори визначають економічну доцільність та стимули для впровадження заходів з підвищення ефективності застосування енергоресурсів. Зокрема, ціна на природний газ для різних категорій споживачів, структура тарифів та тарифна політика, витрати на транспортування, податкова політика суттєво впливають на споживання газу.

Рівень цін на газ безпосередньо впливає на рентабельність його використання у виробничих процесах та домогосподарствах. Дослідження Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) підтверджують, що зростання цін на газ на 10% призводить до зниження споживання на 2-4% у короткостроковій перспективі та до 5-8% у довгостроковій [8]. При високих цінах споживачі мають більше стимулів інвестувати в енергоефективні технології та шукати альтернативні джерела енергії. Високі ціни та значні питомі витрати є вагомим стимулом для інвестицій в енергоефективні технології та обладнання, тоді як низькі, субсидовані ціни можуть створювати зворотний ефект. Доступність фінансових ресурсів, вартість капіталу, наявність програм кредитування та субсидування

енергоефективних заходів також прямо впливають на можливість реалізації проєктів, спрямованих на зниження газоспоживання.

Диференційована тарифна політика [9], що враховує сезонність споживання, обсяги використання та категорії споживачів, дозволяє оптимізувати ринок природного газу та підвищити ефективність його використання.

Витрати на транспортування [10] визначаються як сукупність капітальних та операційних витрат, пов'язаних з переміщенням природного газу від місця видобутку до споживача. Транспортування газу здійснюється, головним чином, трубопровідним транспортом або у зрідженому стані (ЗПГ, ЗВГ) морським, залізничним чи автомобільним транспортом.

Впровадження податків на викиди CO₂, акцизів на енергоносії з високим вуглецевим слідом, екологічних податків стимулює впровадження енергоефективних технологій у сфері використання природного газу. Так, дослідження ОЕСР показують, що країни з комплексною екологічною податковою політикою демонструють на 15-20% вищу енергоефективність порівняно з країнами, де такі інструменти не розвинуті [11].

Якісно-енергетичні фактори мають безпосередній вплив на ефективність використання природного газу. До основних якісно-енергетичних факторів, що впливають на ефективність, можна віднести теплотворну здатність, число Воббе, хімічний склад та вологість природного газу [12].

Теплотворна здатність (теплота згорання) є однією з найважливіших якісних характеристик природного газу, що визначає кількість теплової енергії, яка виділяється при повному згоранні одиниці його об'єму або маси за стандартних умов [13, 14].

Число Воббе є інтегральним показником якості газу, який характеризує сталість теплового потоку при його спалюванні в типових пальниках зі сталою витратою [15]. Хімічний склад природного газу, в свою чергу, впливає на теплотворну здатність та властивості при згорянні [16]. Основним компонентом природного газу є метан (CH_4), частка якого зазвичай становить від 70% до 98% [15]. Вологість природного газу (вміст водяної пари) є ще одним важливим фактором [14], що впливає на ефективність його спалювання: надмірна вологість природного газу прямо знижує якісно-енергетичні характеристики.

Екологічні фактори (екологічний стан територій, якість атмосферного повітря, обсяг викидів парникових газів) чинять вплив на ефективність через призму необхідності мінімізації негативного впливу на довкілля. Зокрема, екологічний стан територій [17], через які проходять газопроводи або на яких розташовані об'єкти газової інфраструктури, значно впливає на ефективність використання газу та на екологічні наслідки його експлуатації. Якість атмосферного повітря [18] має прямий вплив на ефективність спалювання природного газу в промисловості та побуті. Крім того, забруднення повітря спричиняє додаткове навантаження на фільтраційні системи газових установок, що збільшує експлуатаційні витрати. Обсяг викидів парникових газів є інтегральним екологічним показником [19], що характеризує сукупний внесок паливно-енергетичного ресурсу у посилення парникового ефекту протягом усього життєвого циклу – від видобутку до кінцевого використання.

Слід зазначити, що дослідження екологічних показників, котрі впливають на ефективність використання природного газу в регіоні, є необхідною складовою визначення екологічних детермінант раціонального газоспоживання, кількісної оцінки їхнього впливу та розробки дієвих еколого-економічних інструментів стимулювання підвищення енергоефективності та покращення екологічної ситуації на регіональному рівні.

Соціальні фактори відображають вплив характеристик населення та суспільства на моделі енергоспоживання та сприйняття ефективності. Рівень обізнаності населення про переваги енергоефективності, побутові звички, готовність до зміни поведінки, освітній рівень населення, рівень доходів населення, а також демографічні особливості регіону – все це визначає потенціал та швидкість поширення енергоефективних практик та технологій. Соціальна довіра до програм енергоефективності, а також забезпечення соціальної справедливості у доступі до переваг від підвищення ефективності є важливими для впровадження відповідних заходів.

Рівень обізнаності населення щодо енергоефективних технологій використання природного газу є одним із ключових факторів, що впливає на загальну ефективність споживання цього ресурсу. В Україні, за даними Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження, лише 27% населення повністю обізнані з сучасними енергоефективними технологіями використання газу [20]. Освітній рівень населення сприяє

кращому розумінню економічних переваг технологій використання природного газу, підвищує екологічну свідомість.

Звички споживачів, такі як підтримання надмірно високих температур у приміщеннях, відсутність регулярного технічного обслуговування обладнання, призводять до надмірного споживання газу.

Демографічні характеристики населення, включаючи вікову структуру, склад домогосподарств та рівень урбанізації, суттєво впливають на ступінь використання природного газу [21].

Державно-регулятивні фактори формують загальне інституційне-правове середовище реалізації політики у сфері використання природного газу на державному та регіональному рівнях. Законодавча база, технічні регламенти, стандарти енергоефективності, механізми контролю та нагляду, а також програми державної підтримки та стимулювання є елементами, що визначаються державними та регуляторними органами.

Стандарти енергоефективності є ключовими регуляторними інструментами, що визначає довгострокову ефективність використання природного газу в житловому та комерційному секторах. Зокрема, впровадження суворих енергетичних стандартів для нових будівель може знизити енергоспоживання на опалення на 30-50% порівняно з будівлями, побудованими за застарілими нормами [22].

Державне регулювання процедур енергетичного аудиту та енергетичної сертифікації є важливим інструментом впливу на рівень використання природного газу.

Системи мотивації місцевих органів влади до впровадження енергоефективних проектів є важливим регуляторним механізмом впливу на ефективність використання природного газу на регіональному та територіальному рівнях. Дослідження, проведені Центром енергетичних досліджень ЄС, показують, що запровадження фінансових стимулів для муніципалітетів, які знижують споживання енергоресурсів, призводить до зменшення використання газу в публічному секторі на 15-20% протягом 3-5 років [23].

Важливо наголосити, що визначені групи факторів не є ізольованими, а перебувають у складній взаємодії. Економічні стимули можуть посилюватися державною регуляторною підтримкою, тоді як низька якість газу (якісно-енергетичний фактор) може збільшувати експлуатаційні витрати (економічний фактор) та екологічне навантаження (екологічний фактор). Соціальні аспекти, можуть обмежувати можливості скористатися державними програмами підтримки енергоефективності.

Висновки. Таким чином, комплексний аналіз впливу якісно-енергетичних, економічних, екологічних, соціальних та державно-регуляторних факторів є необхідною умовою для ефективного управління використанням природного газу у регіоні. Розуміння специфіки прояву та взаємодії цих факторів у конкретних умовах регіону, а також оцінка їхньої відносної значущості (за допомогою методу попарних порівнянь) дає змогу органам регіональної влади, енергетичним

компаніям та іншим стейкхолдерам розробляти стратегії та заходи для підвищення ефективності використання природного газу, спрямовані на досягнення

економічної вигоди, поліпшення екологічної ситуації та підвищення соціального добробуту в регіоні.

Список використаних джерел:

1. Андрійчук, І.В., Ткачук, В.В. Теоретико-прикладні засади економічної оцінки якісних характеристик природного газу. *Економічний простір*, № 191, 2024. С. 264-267.
2. Wu, L., Zhang, T., Zhang, H., Sui, Y., Yu, X. & Miao, M. (2022). Economic evaluation of production capacity for natural gas hydrate industrial exploitation in the South China Sea
3. Wei, H., Li, F., Hong, Z., & Jiang, H. (2024). Research on Economic Evaluation Methods and Project Investment Strategies for Gas Power Generation Based on the Natural Gas Industry Chain and Gas–Electricity Price Linkage in China. *Fuels*, No. 5(4). Pp. 715-726. DOI: <https://doi.org/10.3390/fuels5040039>.
4. Jan-Pieter Oosterom, Charles A.S. (2022). Hall, Enhancing the evaluation of Energy Investments by supplementing traditional discounted cash flow with Energy Return on Investment analysis, *Energy Policy*, Vol. 168. ISSN 0301-4215, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112953>.
5. Filippini, M., & Hunt, L.C. (2011). Econometric modelling of energy demand. *Energy Policy*, No. 39(2). Pp. 599-612.
6. Saaty, T.L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, Vol. 15. No. 3. Pp. 234-281.
7. Оберемчук, В.Ф. (2000). Стратегія підприємства : короткий курс лекцій. К. : МАУП, 127 с.
8. Bauer, N., Klaasen, M., & Weber, C. (2023). *Energy Efficiency Report MEA*, Paris, Vol. 17. Pp. 84-112.
9. Joskow, P.L. (2007). Regulation of natural gas pipelines. *The Oxford Review of Economic Policy*, No. 23(4). Pp. 603-623.
10. Natural Gas Information. IEA. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/natural-gas-information>.
11. Hepburn, C., Stern, N., & Wagner, G. (2023). *Environmental Fiscal Reform and Energy Efficiency*. OECD, Paris, Iss. 42. Pp. 128-155.
12. Андрішшин М.П., Карпаш О.М., Марчук Я.С., Петришин І.С., Середюк О.Є., Чеховський С.А. (2008). *Облік природного газу : довідник*. Івано-Франківськ: ПП «Сімик», 180 с.
13. Малісевич В.В. (2015). Контроль енергетичної цінності природного газу із застосуванням термоанометричних перетворювачів : автореф. дис. ... канд. тех. наук. : 05.11.13. Івано-Франківськ, 20 с.
14. Ткачук В.В., Середюк О.Є., Боднар Р.Т., Саманів Л.В. (2021). Моделювання впливу компонентного складу та вологості природного газу на його теплофізичні характеристики. *Перспективні технології та прилади*, № 18. С. 129–137.
15. Малісевич Н.М. (2020). Вимірювання теплоти згорання природного газу із застосуванням торцевих звукувальних пристроїв: дис...канд. тех. наук : 05.01.02. ІФНТУНГ. Івано-Франківськ, 187 с.
16. Середюк О.Є., Лютенко Т.В., Малісевич Н.М. (2016). Спосіб експрес-визначення теплоти згорання природного газу: пат. 112737 С2 Україна: МПК (2006.01) G01N25/20. № а201512215 ; заявл. 09.12.2015; опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19
17. Global Methane Tracker 2024. IEA. URL: <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2024>.
18. Володимиров В.А. (2022). Дослідження впливу забруднення атмосфери на ефективність процесів горіння. *Теплоенергетика України*, № 5. С. 34-47.
19. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
20. Звіт про стан енергетичної грамотності населення України. (2022). Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. Київ, 56 с.
21. Демографічні фактори енергоспоживання в Україні. Аналітичний звіт. Український центр соціальних реформ. (2022). Київ, 78 с.
22. Energy Efficiency Requirements in Building Codes: Policies for New Buildings. (2008). IEA, URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-requirements-in-building-codes-policies-for-new-buildings>.
23. Медіа-дискурс енергоефективності та його вплив на поведінку споживачів. Дослідницький звіт. (2023). Київський міжнародний інститут соціології. Київ, 67 с.

References:

1. Andriichuk, I.V., & Tkachuk, V.V. (2024). Teoretyko-prykladni zasady ekonomichnoi otsinky yakisnykh kharakterystyk pryrodnoho hazu [Theoretical and applied principles of economic assessment of qualitative characteristics of natural gas]. *Economic space*, № 191. Pp. 264-267. DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/191-43>. [in Ukrainian].
2. Wu, L., Zhang, T., Zhang, H., Sui, Y., Yu, X. & Miao, M. (2022). Economic evaluation of production capacity for natural gas hydrate industrial exploitation in the South China Sea. [in English].
3. Wei, H., Li, F., Hong, Z., & Jiang, H. (2024). Research on Economic Evaluation Methods and Project Investment Strategies for Gas Power Generation Based on the Natural Gas Industry Chain and Gas–Electricity Price

Linkage in China. Fuels, No. 5(4). Pp. 715-726. DOI: <https://doi.org/10.3390/fuels5040039>. [in English].

4. Jan-Pieter Oosterom, Charles A.S. (2022). Hall, Enhancing the evaluation of Energy Investments by supplementing traditional discounted cash flow with Energy Return on Investment analysis, *Energy Policy*, Vol. 168. ISSN 0301-4215, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112953>. [in English].
5. Filippini, M., & Hunt, L.C. (2011). Econometric modelling of energy demand. *Energy Policy*, No. 39(2). Pp. 599-612. [in English].
6. Saaty, T.L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, Vol. 15. No. 3. Pp. 234-281. [in English].
7. Oberemchuk, V.F. (2000). *Stratehiia pidpriemstva [Enterprise strategy]: a short course of lectures*. Kyiv: MAUP, 127 p. [in Ukrainian].
8. Bauer, N., Klaasen, M., & Weber, C. (2023). Energy Efficiency Report MEA, Paris, Vol. 17. Pp. 84-112. [in English].
9. Joskow, P.L. (2007). Regulation of natural gas pipelines. *The Oxford Review of Economic Policy*, No. 23(4). Pp. 603-623. [in English].
10. 10. Natural Gas Information. IEA. Retrieved from: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/natural-gas-information>. [in English].
11. Hepburn, C., Stern, N., & Wagner, G. (2023). Environmental Fiscal Reform and Energy Efficiency. OECD, Paris, Iss. 42. Pp. 128-155. [in English].
12. Andriyishyn M.P., Karpash O.M., Marchuk Ya.S., Petryshyn I.S., & Seredyuk O.E., Chekhovskiy S.A. (2008). *Oblik pryrodnoho hazu [Natural gas accounting]: reference book*. Ivano-Frankivsk: PE «Simyk», 180 p. [in Ukrainian].
13. Malisevych, V.V. (2015). *Kontrol enerhetychnoi tsinnosti pryrodnoho hazu iz zastosuvanniam termoanemometrychnykh peretvoriuvachiv [Control of the energy value of natural gas using thermoanemometric converters]: author's abstract of dissertation ... candidate of technical sciences: 05.11.13*. Ivano-Frankivsk, 20 p. Ivano-Frankivsk. [in Ukrainian].
14. Tkachuk, V.V., Serediuk, O.Ye., Bodnar, R.T., & Samaniv, L.V. (2021). Modeliuvannya vplyvu komponentnoho skladu ta volohosti pryrodnoho hazu na yoho teplofizychni kharakterystyky [Modeling the influence of the component composition and humidity of natural gas on its thermophysical characteristics]. *Promising Technologies and Devices*, No. 18 Pp. 129–137. DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2313-5352-2021-18-19>. [in Ukrainian].
15. Malisevych, N.M. (2020). *Vymiriuvannya teploty zghoriannia pryrodnoho hazu iz zastosuvanniam tortsevykh zvuzhuvalnykh [Measurement of the heat of combustion of natural gas using end-restriction devices]: dissertation...candidate of technical sciences: 05.01.02. IFNTUNG*. Ivano-Frankivsk, 187 p. [in Ukrainian].
16. Serediuk, O.Ie., Liutenko, T.V., Malisevych, N.M. (2015). *Sposib ekspres-vyznachennia teploty zghorannia pryrodnoho hazu [Method for rapid determination of the heat of combustion of natural gas]: patent 112737 C2 Ukraine: MPK (2006.01) G01N25/20. No. a201512215; appl. 09.12.2015; publ. 10.10.2016, Bull. No. 19*. [in Ukrainian].
17. Global Methane Tracker 2024. IEA. Retrieved from: <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2024>. [in English].
18. Volodymyrov, V.A. (2022). *Doslidzhennia vplyvu zabrudnennia atmosfery na efektyvnist protsesiv horinnia [Research on the influence of atmospheric pollution on the efficiency of combustion processes]*. *Heat and Power Engineering of Ukraine*, No. 5. Pp. 34-47. [in Ukrainian].
19. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Retrieved from: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. [in English].
20. *Zvit pro stan enerhetychnoi hramotnosti naselennia Ukrainy [Report on the state of energy literacy of the population of Ukraine]*. (2022) State Agency for Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine. Kyiv, 56 p. [in Ukrainian].
21. *Demografichni faktory enerhospozhyvannia v Ukraini [Demographic Factors of Energy Consumption in Ukraine]*. Analytical Report. (2022). Ukrainian Center for Social Reforms. Kyiv, 78 p. [in Ukrainian].
22. *Energy Efficiency Requirements in Building Codes: Policies for New Buildings*. (2008). IEA, Retrieved from: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-requirements-in-building-codes-policies-for-new-buildings>. [in Ukrainian].
23. *Media-dyskurs enerhoefektyvnosti ta yoho vplyv na povedinku spozhyvachiv. [Media discourse on energy efficiency and its impact on consumer behavior]*. Research report. (2023). Kyiv International Institute of Sociology. Kyiv, 67 p. (2023). [in Ukrainian].