

ЕКОНОМІКА ПІДПРИЄМСТВА

УДК 338.5

JEL Classification: L1, L11, Q32, Q35

DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.30.2024.313036>

Марченко Р. О.

аспірант кафедри економічної кібернетики
та управління економічною безпекою
ORCID ID: 0009-0007-9075-4867

Харківський національний університет радіоелектроніки

Герасімов Т. С.

студент
(відповідальний автор)
ORCID ID: 0009-0004-9555-3368

Цеслів О. В.

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри економічної кібернетики
ORCID ID: 0000-0002-8190-2502

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Marchenko Roman

Kharkiv National University of Radio Electronics

Herasimov Tymofii, Tsesliv Olga

*National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

ОЦІНКА СТАТИСТИЧНИХ ЙМОВІРНОСТЕЙ НАСТАННЯ НЕГАТИВНИХ КОМБІНАЦІЙ НЕБАЛАНСІВ У БАЛАНСУЮЧІЙ ГРУПІ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

ASSESSMENT OF THE STATISTICAL PROBABILITY OF NEGATIVE COMBINATIONS OF IMBALANCES IN THE BALANCING GROUP AND THEIR IMPACT ON THE ECONOMIC EFFECT

Стаття присвячена аналізу особливостей участі у балансуючих групах як механізму інноваційного підходу для зменшення витрат постачальників природного газу на комерційному балансуванні. Розглянуті усі можливі ситуації, що можуть виникнути у балансуючій групі, зроблена оцінка ймовірності настання кожної та проведена класифікація ситуацій по внеску на економічний ефект: нейтральні, позитивні та негативні. Сформовано різні варіанти умов участі у балансуючій групі, кожний з яких може бути економічно вигідним для учасників в залежності від додаткових умов. Продемонстровано зменшення витрат постачальників природного газу на комерційному балансуванні, при різних умовах участі у балансуючій групі. Зазначено, що подальших досліджень потребують наступні аспекти: необхідність розробки критерія допуску нового учасника до балансуючої групи, дослідження додаткових факторів, таких як: повітряна тривога, відключення електроенергії на ймовірність настання позитивних та негативних ситуацій.

Ключові слова: природний газ, стратегія фірми, енергетичний сектор, ринки вичерпних ресурсів, ринкове ціноутворення, попит на ресурси, пропозиція ресурсів.

The article is devoted to a detailed analysis of the features of participation in balancing groups, considering them as an innovative mechanism for reducing the costs of natural gas suppliers on commercial balancing. The work carefully studied various situations that may arise within the functioning of the balancing group, assessed the probability of each of them, and classified them according to their contribution to the overall economic effect. In particular, the situations were divided into neutral, positive and negative depending on their impact on the economic efficiency of the group members. The article also elaborates several options for terms of participation in the balancing group, each of which can be financially beneficial for participants depending on additional factors and circumstances. Special attention is paid to the demonstration of how different models of participation in balancing groups can contribute to reducing the costs of natural gas suppliers for commercial balancing, which opens perspectives for optimizing operating costs in the conditions of changes in the market. The article notes that further research is needed to develop clear criteria for admitting new members to balancing groups, as this may affect the economic effect of the balancing group. In addition, the importance of studying additional factors that can influence the prob-

ability of occurrence of both positive and negative situations is emphasized. Such factors include air alarms and power outages, which can affect the operation of the natural gas market and, accordingly, the efficiency of balancing. Thus, the article examines participation in balancing groups in the natural gas market, in particular the issues of improving governance and optimizing participation in these groups. Examining the impact of external factors, such as power outages and other risks, can provide the basis for further research into balancing group management approaches, which will ultimately allow natural gas suppliers to manage their resources more efficiently and reduce commercial balancing costs.

Keywords: natural gas, firm strategy, energy sector, exhaustible resource markets, market pricing, demand for resources, supply of resources.

Постановка проблеми. Участь у балансуєчій групі дає можливість компаніям, діяльність яких полягає в оптовій купівлі та роздрібному продажу природного газу зменшити втрати на комерційному балансуванні. Проте існують певні ситуації при яких участь у балансуєчій групі несе додаткові збитки. Тому розгляд усіх можливих ситуацій, що можуть виникнути у балансуєчій групі, оцінка ймовірності настання негативних ситуацій та пошук шляхів розподілення ризиків є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Воєнний конфлікт в Україні спричинив значні економічні втрати, які оцінюються приблизно в 30% ВВП. Це суттєво впливає на економічну стабільність і подальший розвиток держави. Україна спільно з міжнародними енергетичними партнерами активно працює над пошуком рішень для зміцнення енергетичної безпеки. Це формує ключові стратегії розвитку енергетичного сектора та регулювання ринку природного газу, який відіграє важливу роль в економіці країни, привертаючи увагу як інвесторів, так і споживачів [1, с. 54].

Щуров І. В. зазначає, що в нинішніх умовах енергетичний сектор України, як одна з основних мішеней російської військової агресії, став новим чинником, що впливає на процеси сталого енергетичного розвитку Європейського Союзу [2, с. 78]. За інформацією, наведеною Міністерством енергетики України, вже станом на серпень 2022 року Україна зазнала значних втрат своєї енергетичної інфраструктури, зокрема в електричних та газових мережах, підстанціях. Було виведено з ладу або окуповано понад 50% теплової, 30% сонячної та 90% вітрової генерації, а також зупинені окремі державні шахти. Крім того, окремі стратегічні енергетичні об'єкти перебували під окупацією [3]. В умовах, що склалися, одним із шляхів підвищення стабільності роботи підприємства – постачальника природного газу, є приєднання до балансуєчій групи. Важливо зазначити, що самостійне балансування на ринку електроенергії призводить до 10% більших втрат на комерційному балансуванні, що було відзначено в дослідженні Мірошникова В. та Лоскутова С. [4, с. 64]. У дослідженні Блінова І. аналізуються питання виникнення небалансів на балансуєчому ринку та пропонуються шляхи їх мінімізації [5, с. 25]. В роботі Марченко Р., Герасімов Т. та Кириїв В. продемонстрували можливість зменшення втрат на небалансах до 79%, порівняно з балансуванням без балансуєчій групи. Що в контексті рентабельності дає зменшення втрат рентабельності з 20,98% до 4,50% [6, с. 360]. В той же час автори роботи зазначають необхідність розгляду ситуації, в якій небаланс одного з учасників балансуєчій групи несе додаткові збитки усій групі.

Формулювання цілей статті. Метою статті є дослідження усіх ймовірних ситуацій, що виникають у балансуєчій групі з метою оцінки ризиків участі

у балансуєчій групі та ймовірностей настання ситуацій, що несуть додаткові збитки учаснику балансуєчій групи.

Виклад основного матеріалу. Завдання полягає в оцінці ризиків участі у балансуєчій групі. Для дослідження було взято дані за період 08.2023 – 01.2024 для чотирьох компаній та проаналізовано втрати на комерційному балансуванні для кожної компанії окремо в порівнянні з втратами у балансуєчій групі. Результат аналізу наведений у на Рис. 1.

Як видно з Рис. 1 якість балансування в кожній компанії непостійна і в певні місяці вона краща, а в певні місяці гірше. На Рис. 2 представлено графік залежності втрат балансуєчій групи у порівнянні з сумарними втратами кожної компанії окремо.

З рис. 2 видно, що економічна доцільність участі у балансуєчій групі є у п'яти з шести місяців, крім січня 2024 року, коли участь у балансуєчій групі несе додаткові збитки. Вступ до балансуєчій групи загалом має економічну доцільність, за розглянутий період економічна доцільність складає 33%, проте він не відображає ситуацію, коли балансування певного учасника балансуєчій групи несе додаткові втрати для балансуєчій групи, тому ми розглянемо всі можливі ситуації з якими може стикатися балансуєча група та спробуємо створити план дій в залежності від тої чи іншої ситуації, що склалася у балансуєчій групі. Розглянемо ситуації для групи, що вийшла в позитивний небаланс в допустимих значеннях (БГ(+))Д). Учасник в будь – якому з випадків може вийти в допустимий позитивний або негативний небаланс, або ж більший за допустимий позитивний та негативний небаланс. Ще є випадок, коли балансуєча група вийшла за допустимі значення в позитивному небалансі (БГ(+))БД) та аналогічно для негативних небалансів (БГ(-))Д), (БГ(-))БД). В табл. 1, наведені всі можливі ситуації для будь-якої кількості учасників у балансуєчій групі.

З табл. 1 можна виділити як тривіальні, так і не тривіальні ситуації. В усіх випадках, коли група матиме небаланс в межах допустимих значень і учасник матиме небаланс в межах свого допустимого, незалежно позитивний він чи негативний, ми продаватимемо небаланси учасникам за базовою ціною без штрафних коефіцієнтів. Тож ситуації I-II для БГ(+))Д) та БГ(-))Д) детальному розгляду і моделюванню не підлягатимуть. Далі розглянемо ситуації III-IV, коли група в межах допустимих небалансів, а учасник виходить за межі своїх допустимих значень незалежно від характеру небалансів. Цей момент важливий для лідера балансуєчій групи, як фінансово відповідального перед Оператором ГТС України [7], бо в цій ситуації лідер може або заробити на учасниках продавши або купивши небаланси з коефіцієнтами в межах $\pm 10\%$ від базової ціни. Ці гроші можна використати як для

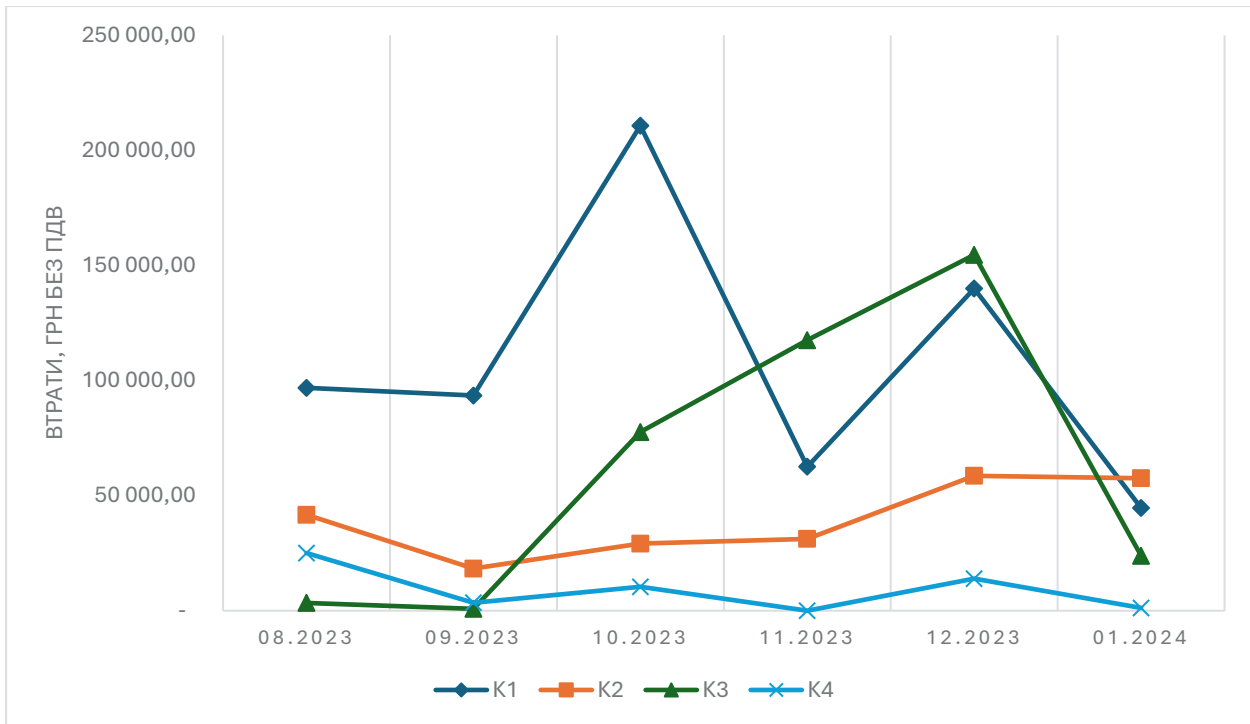


Рис. 1. Втрати компаній на балансуванні, грн без ПДВ

Джерело: сформоване авторами

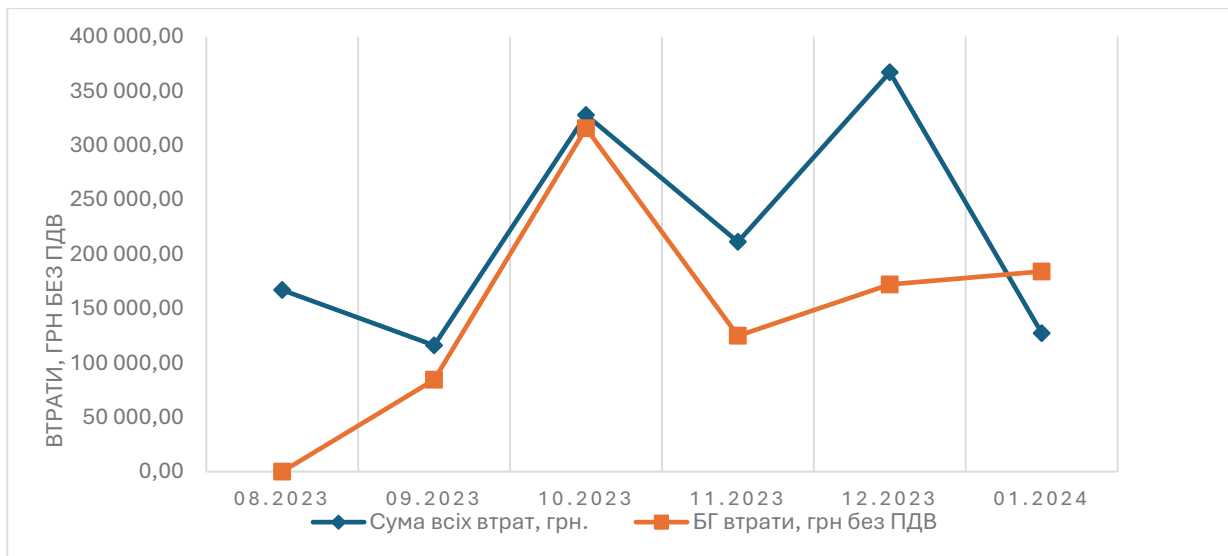


Рис. 2. Порівняння сумарних втрат компаній і БГ, грн без ПДВ

Джерело: сформоване авторами

додаткового заробітку лідера балансувальної групи, що бере на себе відповідальність за небаланси всіх учасників. Або ж вигоду можна поділити між лідером та учасниками, тоді така угода буде більш приваблива для учасників балансувальної.

В ситуаціях V-VI, коли балансувальна група виходить за межі допустимих значень, а якийсь з учасників має небаланси в межах допустимого – лідер буде купляти/продавати газ учасників(-ам) по базовій ціні, бо відхилення від базової ціни в такому випадку зробить гірше або лідеру, група якого вже вийшла за допустимі межі

небалансу, або учаснику, який би мав більш привабливі умови співпраці у Оператора ГТС.

Розглянемо ситуації VII – VIII при виході учасника за межі допустимого небалансу. Якщо небаланс учасника має той самий знак, що і решта групи (співнаправлені небаланси (БГ(+))БД; У(+))БД)) ми будемо купляти або продавати небаланси учасника по штрафній ціні $\pm 10\%$ [7], як у Оператора ГТС. Ситуація ж коли учасник в протинаправленому небалансі ((БГ(+))БД; У(-))БД), і навпаки) є найскладнішою, бо в такому випадку учасник допоміг групі навіть вийшовши за

Таблиця 1

Всі можливі ситуації у балансуєчій групі

N/N	Позитивний небаланс БГ	Небаланс учасника	Негативний небаланс БГ	Небаланс учасника
I	БГ(+) Д	У(-) Д	БГ(-) Д	У(-) Д
II		У(+) Д		У(+) Д
III		У(-) БД		У(-) БД
IV		У(+) БД		У(+) БД
V	БГ(+) БД	У(-) Д	БГ(-) БД	У(-) Д
VI		У(+) Д		У(+) Д
VII		У(-) БД		У(-) БД
VIII		У(+) БД		У(+) БД

Джерело: сформоване авторами

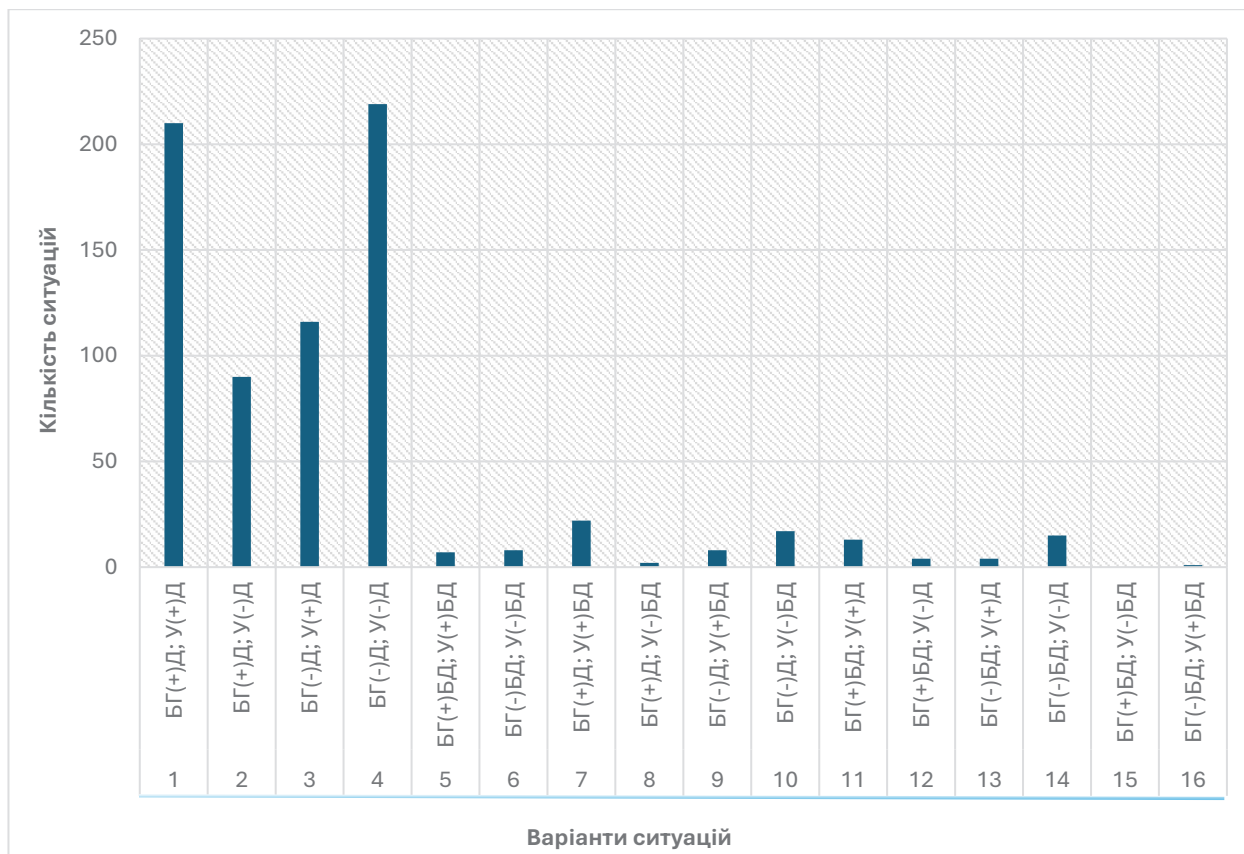


Рис. 3. Розподіл ситуацій за ймовірностями

Джерело: складено авторами

допустимий коридор небалансу і мав би отримувати якісь бонуси за це, з іншого випадку він вийшов за свій коридор, розрахунки з Оператором ГТС відбувалися б вже по цінам з штрафними коефіцієнтами. Також, ця ситуація є одною з тих, яку б ми могли покрити за допомогою вигоди отриманої з ситуацій, коли небаланси групи буди в межах допустимих, а небаланси учасників більше за допустимі, але стверджувати про це не можна.

Розглянемо ймовірність настання тих чи інших ситуацій та на основі цього робитимемо подальші висновки з приводу плану дій в ситуаціях, що потенційно несуть збитки, та розподілення вигоди в різних ситуаціях. На Рис. 3 продемонстровано ймовірність виникнення ситуацій у балансуєчій групі за період 08.2023 – 01.2024.

Перші 6 ситуації є тривіальними, тож не підлягають детальному розгляду. В цьому випадку ми продаватимемо небаланси учасникам за базовою ціною без штрафних коефіцієнтів. Всього таких ситуацій виникає 650 з 736 можливих, що приблизно у 88,31 % випадків балансуєча група немає ніяких втрат і вигоди – як учасники так і лідер.

Ситуації 7-10 є сприятливими для балансуєчої групи. Тут учасники або лідер балансуєчої групи можуть зекономити на втратах при балансуванні в порівнянні з самостійним балансуванням. Всього таких ситуацій виникає 49 з 736, що складає 6,66 %

Ситуації 11-14 є не сприятливими для балансуєчої групи. В цих ситуаціях учасники або лідер можуть зазнати втрат в порівнянні з самостійним балансуванням. Цих ситуацій виникає 36 з 736, що складає 5,03 %.

Ситуація 15 та 16 є не тривіальними, але як було виявлено статистично – малоймовірними. Ситуація 15 взагалі ні разу не відбулась, а ситуація 16 відбулась всього 1 раз.

Розглянемо більш детально ситуації 7-10. В цих ситуаціях балансує група отримує вигоди. Для розуміння економічної доцільності групи в цілому плату за добовий небаланс будемо розраховувати за коефіцієнтами ОГТСУ, таким чином усі вигоди і втрати будуть на лідері групи і таким чином ми зможемо оцінити економічний ефект. Порахувавши економічний ефект від сприятливих ситуацій (7-10) група може додатково акумулювати 683 085,59 грн. Порахувавши економічний ефект від несприятливих ситуацій (11-16) група додатково втрачає 247 358,54 грн. Загальна економія за пів року складає 435 727,05 грн.

Розглянемо детальніше внесок кожної компанії окремо. В табл. 2 наведені зведені дані для учасників балансуєчої групи.

Як видно з табл. 2 внесок кожного учасника балансуєчої групи додатний, тож загалом можна стверджувати, що кожна компанія створює додаткову економію для групи. Змоделюємо різні умови взаємодії учасників балансуєчої групи і протестуємо їх на реальних додаткових втратах балансуєчої групи і додаткових вигодах. У всіх перелічених далі варіантах розподі-

лення вигоди/втрат для учасників створюються віртуальний рахунок, куди додаються сума усіх додаткових втрат, і сума усіх додаткових зекономлених грошей в порівнянні з співпрацею з ОГТСУ.

Варіант 1: при перевищенні додаткових зекономлених коштів учасника над спричиненими ним додатковими втратами – різниця виплачується учаснику в кінці розрахункового періоду. При перевищенні витрат над зекономленими коштами – учасник виплачує різницю лідеру балансуєчої групи.

Варіант 2 штрафні коефіцієнти дорівнюють 0,95 та 1,05, тож додаткова економія розподіляється за цими коефіцієнтами для учасників, а потім від неї віднімають додаткові втрати. Все записується на віртуальні рахунки, і залишок додаткової економії залишається у лідера. В цьому випадку у лідера залишиться рівно половина додаткової економії групи.

Варіант 3 штрафні коефіцієнти дорівнюють 0,93 та 1,07, тож додаткова економія розподіляється за цими коефіцієнтами для учасників, а потім від неї віднімають додаткові втрати. Все записується на віртуальні рахунки, і залишок додаткової економії залишається у лідера. В цьому випадку лідер отримає більшу частину додаткової економії, а учасники отримає меншу – пропорційну коефіцієнтам.

Таблиця 2

Зведені дані в розрізі учасника

Учасник	К1	К2	К3	К4
Сумарні додаткові вигоди, грн.	351 659,30	204 566,95	79 933,01	46 926,34
Сумарні додаткові втрати, грн.	89 815,15	118 744,85	38 798,54	-
Віртуальні рахунки учасників, грн.	261 844,15	85 822,10	41 134,47	46 926,34

Джерело: складено авторами

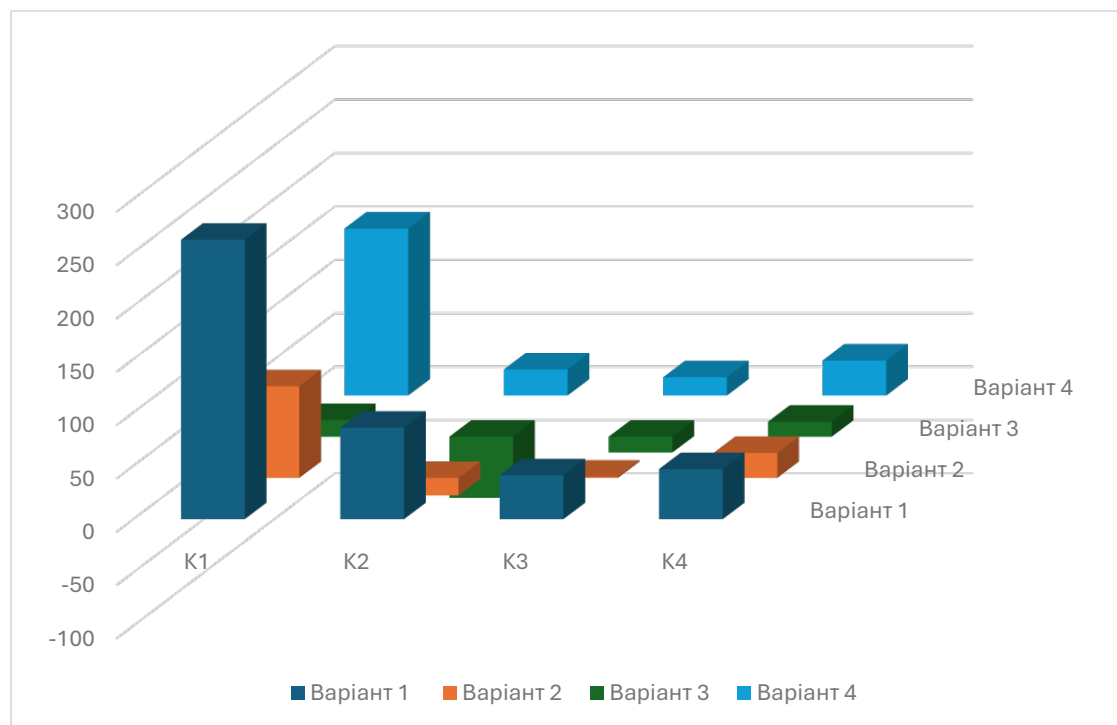


Рис. 4. Додаткова економія/втрати за Варіантами умов, тис. грн

Джерело: складено авторами

Таблиця 3

Додаткова економія у абсолютних значеннях для балансуєчої групи з 4-ох учасників

	К1, грн без ПДВ	К2, грн без ПДВ	К3, грн без ПДВ	К4, грн без ПДВ
Втрати грн/тис. м ³	17,47	9,96	59,13	6,14
Економія грн/тис. м ³	7,06	3,61	6,44	5,34
Економія	40,39%	36,27%	10,88%	86,86%

Джерело: складено авторами

Варіант 4 штрафні коефіцієнти дорівнюють 0,97 та 1,03, тож додаткова економія розподіляється за цими коефіцієнтами для учасників, а потім від неї віднімають додаткові втрати. Все записується на віртуальні рахунки, і залишок додаткової економії залишається у лідера. В цьому випадку учасники розділять більшу частину додаткової економії, а лідер отримує меншу – пропорційну коефіцієнтам.

Демонстрація результатів розподілення вигоди та втрат для різних варіантів подано на Рис 4.

На перший погляд Варіант 1 виглядає найкращим для учасників, проте далі треба врахувати банківські гарантії [7], які необхідні для роботи з ОГТСУ. Наприклад, новий учасник хоче приєднатися до балансуєчої групи, проте в нього є проблема з обіговими коштами, а в лідера БГ таких проблем немає і в такому випадку Варіант 3 може задовільнити і нового учасника, який не буде витрачати додаткові кошти на банківську гарантію і лідер, який отримує додатковий прибуток.

Далі, щоб розібратись, скільки компанії дійсно економлять грошей незалежно від свого постачання буде розрахована економія для кожної компанії у грн/тис. м³ постачання. Розраховані значення наведені у табл. 3.

З даних поданих у табл. 3 бачимо, що втрати різняться від 6,14 грн/тис. м³ до 59,13 грн/тис. м³. З цього можна зробити висновок про важливість якісного

балансування компаній незалежно від того чи знаходиться компанія у балансуєчій групі чи ні. Також економія завдяки балансуєчій групі на втратах на комерційному балансуванні учасників склала від 10,88 % до 86,86%.

Висновки. Аналіз проведений в даному дослідженні підтверджує економічну доцільність вступу до балансуєчої групи, проте виявлено ситуації в яких участь у балансуєчій групі може нести додаткові збитки, в залежності від якості балансування учасника балансуєчої групи. Це потребує додаткового дослідження по формуванню критеріїв прийняття у балансуєчу групу нового учасника. Сформовано 4 варіанти умов участі у балансуєчій групі, кожний з яких може бути економічно вигідним від додаткових умов: обігові кошти, якість балансування, тощо. Також проведена оцінка ймовірності настання всіх можливих ситуацій. Що можуть виникнути у балансуєчій групі. Нейтральних – 88,31%, Позитивних – 6,66%, Негативних – 5,03%. Враховуючи кількість факторів, що на це впливають: відключення електроенергії, повітряні тривоги, цей напрям також потребує подальшого дослідження. В розглянутих нами ситуаціях втрати на комерційному балансуванні грн/тис. м³ склали від 6,14 грн/тис. м³ до 59,13 грн/тис. м³, що складає від 10,88 % до 86,86% втрат на комерційному балансуванні.

Література:

1. Щербак В.Г., Коломієць С.О. Ринок природного газу в Україні. *Підприємництво та інновації*. 2024. № 30. С. 54–58. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/30.8>
2. Шуров І. В. Нові глобальні виклики та проблеми енергетичної безпеки в Україні. *Економічний простір*. 2022. № 180. С. 76–81. DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/180-12>
3. Міністерство енергетики України. URL: <https://mev.gov.ua/> (дата звернення: 01.09.2024).
4. Блінов І., Мірошник В., Лоскутов С. Зниження витрат на покриття небалансів учасників балансуєчої групи виробників електричної енергії з відновлюваних джерел. *Технічна електродинаміка*. 2023. № 1. С. 62–66. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2023.01.062>
5. Блінов І.В. Проблеми функціонування та розвитку нової моделі ринку електричної енергії в Україні (за матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 3 лютого 2021 р.). *Вісник Національної академії наук України*. 2021. № 03. С. 20–28. DOI: <https://doi.org/10.15407/visn2021.03.020>
6. Марченко Р.О., Герасімов Т.С., Кирій В.В. Дослідження економічної ефективності створення балансуєчих груп на ринку природного газу. *Бізнес навігатор*. 2024. № 2(75). С. 356–360. DOI: <https://doi.org/10.32782/business-navigator.75-62>
7. Про затвердження Кодексу газотранспортної системи : Постанова Нац. коміс., що здійснює держ. регулювання у сфері енергетики та комун. послуг від 30.09.2015 р. № 2493: станом на 1 трав. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1378-15#Text> (дата звернення: 01.09.2024).

References:

1. Shcherbak V., & Kolomiets S. (2024) Rynok pryrodnoho gazy v Ukraini [The market of natural gas in Ukraine]. *Entrepreneurship and Innovation*, no. 30, pp. 54–58. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/30.8>
2. Shhurov I. V. (2022) Novi globaljni vyklyky ta problemy energhetychnoi bezpeky v Ukraini [New global challenges and problems of energy security in Ukraine]. *Economic scope*, no. 180, pp. 76–81. DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/180-12>
3. Ministry of Energy of Ukraine. Available at: <https://mev.gov.ua/> (accessed September 1, 2024).
4. Blinov I., Miroshnyk V., Loskutov S. (2023) Znyzhennja vytrat na pokryttja nebalansiv uchasnykiv balansujuchoji ghrupy vyrobnykiv elektrychnoji energhiji z vidnovljувanykh dzherel [Reducing the cost of imbalances of the balancing group of producers from renewable energy sources]. *Technical Electrodynamics*, no. 1, pp. 62–66. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2023.01.062>

5. Blinov I. V. (2021) Problemy funkcionuvannja ta rozvytku novoji modeli rynku elektrychnoji energhiji v Ukraini [Problems of functioning and development of a new electricity market model in Ukraine]. *Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine*, no. 3, pp. 20–28. DOI: <https://doi.org/10.15407/visn2021.03.020>

6. Marchenko R., Herasimov T. & Kyrii V. (2024) Doslidzhennya ekonomichnoyi efektyvnosti stvorennja balansuyuchykh grup na rynku pryrodnoho gazu [Balancer groups economic effectiveness on the natural gas market research] *Business Navigator*, no. 2 (75), pp. 356–360. DOI: <https://doi.org/10.32782/business-navigator.75-62>

7. On the approval of the Code of the gas transport system: Resolution of the National Commission, which carries out state regulation in the spheres of energy and communal services of 30.09.2015 No. 2493 : as of 1 May 2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1378-15#Text> (accessed September 1, 2024).

Стаття надійшла до редакції 13.09.2024

Стаття опублікована 09.10.2024