

АЛГОРИТМ КЛАСИФІКАЦІЇ І ВПОРЯДКУВАННЯ КОМПАНІЙ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ ЗА РІВНЕМ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ

©2024 ЧЕРНОВА Н. Л., СЕРГІЄНКО О. А., ГУЗЬ О. Б.

УДК 336.7, 330.3, 330.4
JEL Classification: O16; C02

Чернова Н. Л., Сергієнко О. А., Гузь О. Б.

Алгоритм класифікації і впорядкування компаній нафтогазової галузі за рівнем інвестиційної привабливості

Інвестиційний розвиток галузей є важливим фактором їх загального розвитку, тому питання класифікації і впорядкування компаній нафтогазової галузі за рівнем інвестиційної привабливості стає особливо актуальним. Метою роботи є побудова та практична реалізація алгоритму класифікації та впорядкування компаній нафтогазової галузі за рівнем інвестиційної привабливості, застосування якого підвищить ефективність рішень щодо формування відповідних інвестиційних портфелів. Запропонований алгоритм містить такі базові кроки: формування інформаційної бази дослідження; вибір і реалізація алгоритму класифікації; впорядкування об'єктів інвестування за рівнем інвестиційної привабливості; формування інвестиційного портфеля. Пропонується використовувати послідовно ієрархічні й агломеративні алгоритми класифікації. Ієрархічні алгоритми дозволяють попередньо провести аналіз системи об'єктів класифікації у багатовимірному просторі, оцінити щільність їх розташування та висунути попередню гіпотезу щодо ймовірної кількості гомогенних угруповань. Для отримання фінального розбиття об'єктів на задану кількість кластерів пропонується використовувати ітеративні алгоритми. Залежно від змістовної інтерпретації отриманих кластерів обирається той, об'єкти якого потенційно можуть бути включені у інвестиційний портфель. Залежно від конкретних вподобань інвестора обрані акції або формують самостійний портфель, або додаються як частина до вже існуючого. В обох випадках, якщо попередньо вже визначена структура портфеля, кількість акцій визначається залежно від відомої частки коштів, яку під них відведено; якщо ж сформовано лише перелік активів, які повинен містити портфель, додатково вирішується задача пошуку оптимальної структури портфеля із застосуванням алгоритмів нелінійної оптимізації. Алгоритм імплементовано для вихідної множини з двадцяти двох акцій компаній, які включено до складу енергетичного сектора фондового індексу SP500. Вихідний датасет містить інформацію щодо базових індикаторів ліквідності, платоспроможності, рентабельності та ринкової вартості зазначених компаній. Отримано розбиття вихідної сукупності багатовимірних об'єктів на однорідні групи, здійснено змістовний аналіз отриманих кластерів, за результатами якого висунуто рекомендації щодо включення акцій, що потрапили в певний кластер, до інвестиційного портфеля.

Ключові слова: енергетика, нафтогазова галузь, ризик, інвестиційна привабливість, багатовимірний простір, кластер.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-3-308-317>

Рис.: 3. **Табл.:** 5. **Формул:** 2. **Бібл.:** 29.

Чернова Наталя Леонідівна – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри програмної інженерії та інтелектуальних технологій управління, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, Україна)

E-mail: natacherchum@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0073-8457>

Сергієнко Олена Андріанівна – доктор економічних наук, професор, професор кафедри підприємництва, торгівлі і логістики, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, Україна)

E-mail: Elena.Sergienko@khp.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9796-9218>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/O-3966-2015>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57219245125>

Гузь Остап Богданович – аспірант кафедри підприємництва, торгівлі і логістики, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, Україна)

E-mail: ostapguz1998@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0007-5892>

UDC 336.7, 330.3, 330.4
JEL Classification: O16; C02

Chernova N. L., Serhiienko O. A., Huz O. B. Oil and Gas Industry Companies' Classification and Ordering by the Level of Investment Attractiveness Algorithm

Investment development of industries is an important factor in their overall development, therefore the issue of classification and ordering of companies in the oil and gas industry by the level of investment attractiveness becomes particularly relevant. The aim of the article is the construction and practical implementation of an algorithm for the classification and ordering of companies in the oil and gas industry according to the level of investment attractiveness, the application of which will increase the efficiency of decisions regarding the formation of appropriate investment portfolios. The proposed algorithm includes the following basic

steps: formation of information base of research; selection and implementation of the classification algorithm; arrangement of investment objects according to the level of investment attractiveness; investment portfolio formation. It is proposed to consistently use hierarchical and agglomerative classification algorithms. Hierarchical algorithms make it possible to perform a preliminary analysis of the system of objects in a multidimensional space, to estimate the density of their location and to put forward a preliminary hypothesis regarding the possible number of homogeneous groups. To obtain the final division of objects into a given number of clusters, it is suggested to use iterative algorithms. Depending on the contentual interpretation of the received clusters, one is chosen whose objects can potentially be included in the investment portfolio. Depending on the investor specific preferences, the selected stocks either form an independent portfolio, or are added as part of an already existing one. If the structure of the portfolio has already been determined, the number of stocks is determined depending on the known share of funds allocated to them. If only the list of assets that the portfolio should contain is formed, the task of finding the optimal portfolio structure is additionally solved using nonlinear optimization algorithms. The algorithm is implemented for the initial set of twenty-two stocks of companies that are included in the energy sector of the SP500 stock index. The initial dataset contains information about basic indicators of liquidity, solvency, profitability and market value of the mentioned companies. A division of the initial set of multidimensional objects into homogeneous groups was obtained, a contentual analysis of the obtained clusters was carried out, based on the results of which recommendations were made regarding the stocks inclusion into the investment portfolio.

Keywords: energy, oil and gas industry, risk, investment attractiveness, multidimensional space, cluster.

Fig.: 3. **Tabl.:** 5. **Formulae:** 2. **Bibl.:** 29.

Chernova Natalia L. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Software Engineering and Intelligent Control Technologies, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» (2 Kyrpychova Str., Kharkiv, 61002, Ukraine)

E-mail: natacherchum@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0073-8457>

Serhiienko Olena A. – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Professor of the Department of Entrepreneurship, Trade and Logistics, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» (2 Kyrpychova Str., Kharkiv, 61002, Ukraine)

E-mail: Elena.Sergienko@khp.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9796-9218>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/O-3966-2015>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57219245125>

Huz Ostep B. – Postgraduate Student of the Department of Entrepreneurship, Trade and Logistics, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» (2 Kyrpychova Str., Kharkiv, 61002, Ukraine)

E-mail: ostapguz1998@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0007-5892>

Вступ. Згідно з загальноприйнятою міжнародною класифікацією GICS нафтогазова галузь відноситься до сектора енергетики [1]. Зазначений сектор складається з усіх компаній, які беруть участь у бізнесі, пов'язаному з нафтою, газом і паливом. Сюди входять компанії, які знаходять, бурять і видобувають та очищують сировину, а також ті, що постачають або виробляють відповідне обладнання. Акції компаній енергетичного сектора входять до складу найбільш відомих фондових і товарних індексів. Станом на 17.08.2024 частка компаній сектора в індексі SP500 складала приблизно 3,68 %, а відповідна величина ринкової капіталізації – 3,94 трлн дол. США [2]. Що стосується товарних індексів, то, наприклад, у індексі S&P GSCI частка сектора складає 54 % [3], в індексі VCOM – приблизно 30 % [4].

На графіку нижче наведено динаміку ціни індексу SP500 та відповідного індексу для енергетичного сектора, ціни нормовані від початкового значення 100 станом на 01.01.2019 р.

Як видно з рис. 1, характер динаміки обох індексів схожий, але енергетичний індекс відрізняється амплітудою коливань. Так, наприклад, на початок квітня 2020 р. просадка S&P 500 складала приблизно 5 %, в той час як для енергетичного сектора цей показник перевищував позначку 50 %. Загалом енергетичний сектор характеризується відносно більшими просадками ціни від попередніх максимумів, з одного боку, та відносно меншими приростами ціни, з іншого боку. Так, наприклад, за зазначений період

темпер зростання для S&P 500 склав величину 190 %, а для енергетичного сектора – лише 158 %. Таким чином, попередньо можна зазначити, що компанії сектора можуть бути привабливими для тих інвесторів, які схильні прийняти відносно більший рівень ризику, ніж той, що пропонує загальний ринок.

Ступінь ризику інвестування в активи сектора в першу чергу потрібно оцінювати порівняно з відповідними показниками для інших складових портфеля або порівняно з нормативним припустимим рівнем ризику, який згоден прийняти інвестор. У якості базового показника ризику r можливо використання значення середнього квадратичного відхилення прологарифмованого ряду темпів зростання цін відповідних активів:

$$r = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (\bar{x} - x_k)^2},$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k, \quad x_k = \log \frac{p_k}{p_{k-1}},$$

На рис. 2 наведено дані щодо динаміки відповідних показників ризику для S&P 500 та S&P 500 Energy Sector Index.

Як бачимо з рис. 2, динаміка показників ризику схожа, але в абсолютному значенні ризик енергетичного сектора завжди значно перевищує відповідний показник для ринку в цілому. Таким чином, інвестування у акції енерге-

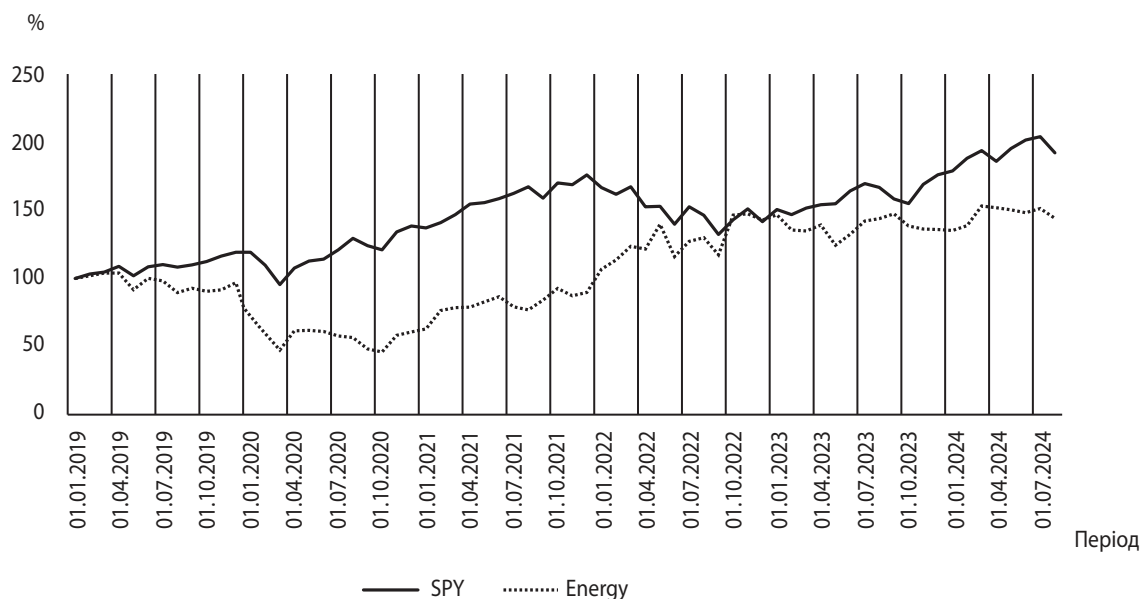


Рис. 1. Порівняльна динаміка S&P 500 Index та S&P 500 Energy Sector Index

Джерело: розраховано авторами на основі [5; 6]

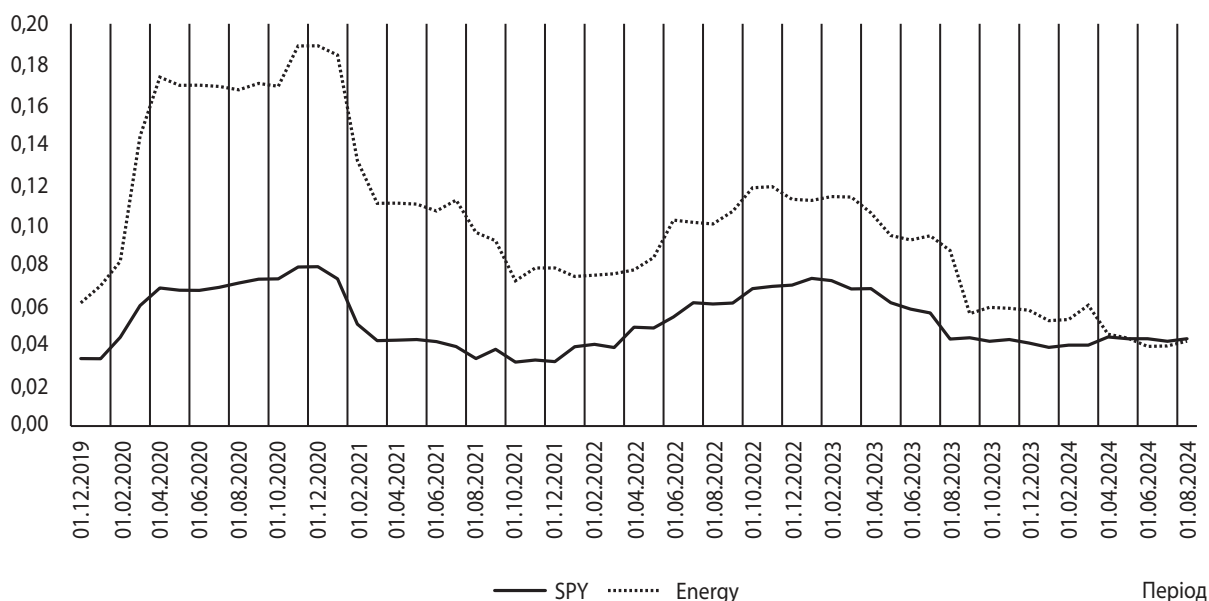


Рис. 2. Порівняльна динаміка показників ризику для S&P 500 Index та S&P 500 Energy Sector Index

Джерело: розраховано авторами за матеріалами [5; 6]

тичного сектора за інших еквівалентних умов може спричинити зростання сукупного рівня ризику інвестиційного портфеля в цілому.

Зазвичай прийняття відносно більшого рівня ризику означає, що інвестор очікує і відносно більший рівень сукупної прибутковості портфеля та/або прагне таким чином підвищити рівень диверсифікації. Тому включення акцій енергетичного сектора у сукупний інвестиційний портфель не є якоюсь нестандартною ситуацією. Загалом для прийняття рішення щодо інвестування у конкретні компанії сектору потрібно здійснити аналіз системи відповідних фінансово-економічних показників та оцінити поточний

стан та перспективи розвитку компанії за такими основними групами показників, як ліквідність, платоспроможність, рентабельність та інші.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Проблема оцінки й аналізу інвестиційної привабливості, як на рівні окремих компаній, так і на галузевому рівні, висвітлюється з різних ракурсів у працях багатьох науковців. Так, автори [7–14] приділяють увагу питанням формулювання та подальшого вдосконалення категоріального апарату проблеми, формування системи показників інвестиційної привабливості, аналізу факторів впливу на стан інвести-

ційної привабливості, розробки та впровадження стратегій управління інвестиційним потенціалом. Низка авторів пропонують використовувати суто економічні, переважно якісні, методи аналізу. Так, наприклад, автори [14] пропонують використовувати метод аналізу сценаріїв, але все одно зазначений метод базується на результатах певних попередніх кількісних розрахунків. Більшість авторів підкреслюють важливість застосування не тільки якісних, а й кількісних методів аналізу, що зумовлено в тому числі багатомірністю відповідних наборів вихідних даних.

У роботах [15–18] пропонується здійснювати інтегральну оцінку рівня інвестиційної привабливості, спираючись на початковий набір даних, що містить базові показники фінансово-економічної діяльності. Безумовною перевагою такого підходу є суттєве зменшення розмірності початкового простору ознак і можливість здійснити ранжування об'єктів за рівнем інвестиційної привабливості. Але у випадку, коли кількість аналізованих об'єктів відносно велика, безпосереднє застосування алгоритмів переходу від векторного представлення об'єктів до скалярного може ускладнити подальшу змістовну інтерпретацію отриманих результатів.

Автори [19] пропонують використовувати метод аналізу ієрархій та саме таким чином провести ранжування об'єктів. Але в основу цього методу покладені процедури попарних порівнянь, застосування яких теж може призвести до часткової втрати наявної початкової інформації та призвести до помилок у фінальній трактовці результатів.

Низка авторів пропонують використовувати різноманітні процедури класифікації об'єктів інвестування для того, щоб виявити спільні риси їх фінансово-економічного стану та зрозуміти топологію розташування об'єктів у багатовимірному просторі ознак. Так, наприклад, в роботах [20; 21] використовуються алгоритми кластерного аналізу, в роботі [22] використовуються алгоритми дерев класифікації.

Проведений аналіз показав, що не існує загальноприйнятого підходу для класифікації та впорядкування компаній за рівнем інвестиційної привабливості, але проаналізовані методи та алгоритми можуть дати кращий синергетичний ефект, якщо будуть застосовані у комплексі, як окремі елементи єдиного алгоритму.

Метою роботи є побудова та практична реалізація алгоритму класифікації та впорядкування компаній нафтогазової галузі за рівнем інвестиційної привабливості, застосування якого підвищить ефективність рішень щодо формування відповідних інвестиційних портфелів.

Викладення основних результатів дослідження. В рамках поточного дослідження пропонується алгоритм, основні етапи якого наведено нижче.

Етап 1. Формування інформаційної бази дослідження.

Основна мета поточного кроку – сформулювати набір показників, за допомогою якого можна оцінити діяльність кожної компанії та прийняти рішення про включення її акцій до інвестиційного портфеля. При цьому слід враховувати такі основні групи фінансових показників:

- показники ліквідності (коефіцієнти поточної, швидкої, абсолютної ліквідності, цикл оборотно-го капіталу) вимірюють здатність фірми викону-

вати свої короткострокові або поточні фінансові зобов'язання;

- показники платоспроможності використовуються для відповіді на питання про здатність фірми виконувати свої довгострокові боргові зобов'язання (співвідношення позикового капіталу до власного, співвідношення сукупного боргу до сукупних активів, коефіцієнт покриття відсотків, коефіцієнт акціонерного капіталу);
- показники рентабельності вимірюють здатність фірми отримувати прибуток від своїх активів або власного капіталу, серед найбільш вживаних показників цієї групи можна назвати такі як: маржа прибутку, рентабельність активів, рентабельність власного капіталу, рентабельність інвестованого капіталу;
- ринкові мультиплікатори (ціна / виручка), ціна / чистий прибуток, ціна / балансова вартість, ціна / грошовий потік) дозволяють зрозуміти, на скільки відносно дешевшою або дорожчою є ціна акції є по відношенню до загального ринку [23–26].

Таким чином, використовуючи зазначені групи показників, особа, що приймає рішення, здійснює попередній фундаментальний аналіз активів, які потенційно можуть бути додані до інвестиційного портфеля. В результаті формується датасет наступного вигляду:

$$X = (X^L, X^S, X^P, X^M), \quad X^g = \{x_{ij}^g\}_{n_g \times m},$$

x_{ij}^g – значення i -го показника, що відноситься до g -ї групи для j -ї акції, $i = [1, n_g]$, $j = [1, m]$, $g = [L, S, P, M]$, n_g – загальна кількість фінансових показників у g -й групі, m – загальна кількість акцій.

Само собою зрозуміло, що можуть існувати сильні кореляційні зв'язки між показниками як у середині однієї групи, так і між показниками з різних груп. У цьому випадку початковий розмір набору даних слід зменшити та позбутися явища мультиколінеарності.

Етап 2. Вибір та реалізація алгоритму класифікації.

У рамках поточного дослідження пропонується використовувати послідовно ієрархічні та агломеративні алгоритми класифікації. Ієрархічні алгоритми дозволяють попередньо провести аналіз системи об'єктів класифікації у багатовимірному просторі, оцінити щільність їх розташування та висунути попередню гіпотезу щодо ймовірної кількості гомогенних угруповань.

Для отримання фінального розбиття об'єктів на задану кількість кластерів пропонується використовувати ітеративні алгоритми. Вони дають змогу декілька разів передивитися вихідні дані та компенсувати таким чином наслідки невеликого початкового розбиття об'єктів на кластери. Окрім цього, більшість цих алгоритмів не припускають ситуації перекриття кластерів. Недоліком є відсутність можливості довести, що знайдений розподіл об'єктів є оптимальним, а не субоптимальним рішенням, а також наявність обов'язкового апіорного визначення кількості кластерів [27].

Більшість ітеративних алгоритмів містять такі кроки: 1) обирається початковий варіант групування об'єктів на задану апіорі кількість кластерів; 2) обчислюються

центри тяжіння кожного кластера; 3) кожен об'єкт переміщується в кластер з найближчим центром тяжіння; 4) обчислюються нові центри тяжіння; 5) кластери не замінюються на нові, доки не будуть розглянуті всі об'єкти. Кроки 3–4 повторюються доти, поки не припинять змінюватися кластери.

Отриманим результатам дається змістовна інтерпретація: для цього беруться до уваги значення центроїдів кожного кластера, а також аналізуються міжкластерні відстані. Це дозволяє не тільки описати змістовно кожний кластер, а й здійснити певне упорядкування отриманих кластерів.

Етап 3. Впорядкування об'єктів інвестування за рівнем інвестиційної привабливості.

Залежно від змістовної інтерпретації отриманих кластерів потрібно обрати той, об'єкти якого потенційно можуть бути включені в інвестиційний портфель.

Попередньо інвестор встановлює обмеження на максимальну кількість таких об'єктів k . Тому якщо кількість елементів обраного кластера n перевищує зазначену вище величину, потрібна додаткова процедура відбору. Пропонується впорядкувати об'єкти за зростанням відстані від центроїду кластера та відповідно відібрати k перших елементів рейтингу.

Етап 4. Формування інвестиційного портфеля.

Залежно від конкретних вподобань інвестора обрані акції або формують самостійний портфель, або додаються

як частина до вже існуючого. В обох випадках якщо попередньо вже визначена структура портфеля, кількість акцій визначається залежно від відомої частки коштів, яка під них відведена; якщо ж сформовано лише перелік активів, які повинен містити портфель, потрібно додатково вирішувати задачу пошуку оптимальної структури портфеля (для цього можливо застосування алгоритмів нелінійної оптимізації) [28].

Запропонований алгоритм було апробовано на вихідних даних, що містять інформацію по акціям компаній енергетичного сектора, які станом на початок 2024 р. входили до індексу SP500.

Для кожної компанії було зібрано інформацію за останній рік по таких показниках, як: мультиплікатор ціна / чистий прибуток (PE), мультиплікатор ціна / виручка (PS); співвідношення позикового капіталу до власного (DE); мультиплікатор ціна / грошовий потік (PCF); мультиплікатор ціна / балансова вартість (PB), рентабельність активів (ROA), рентабельність власного капіталу (ROE), маржа прибутку (PM).

Описові статистики для зазначених показників наведено у табл. 1. Можна побачити, що для більшості показників їх значення суттєво різняться в межах досліджуваного списку акцій, також є викиди, які розташовані за межами діапазону 25–75-го перцентилів.

В табл. 2 наведено коефіцієнти кореляції для зазначених показників

Таблиця 1

Описові статистики

	PE	PS	DE	PCF	PB	ROE	ROA	PM
Середнє	14,65	2,16	0,71	7,81	2,51	0,20	0,08	0,18
Медіана	13,89	2,07	0,50	7,34	2,31	0,20	0,09	0,15
Стандартне відхилення	5,38	1,22	0,65	2,92	1,04	0,09	0,03	0,10
Мінімум	7,10	0,36	0,03	3,05	1,15	0,05	0,03	0,05
Максимум	27,61	4,59	2,81	13,54	5,47	0,45	0,16	0,37
25-й перцентиль	10,66	1,33	0,36	5,45	1,87	0,14	0,06	0,10
75-й перцентиль	17,90	2,67	0,89	10,26	2,92	0,25	0,11	0,25

Джерело: власні розрахунки

Таблиця 2

Матриці коефіцієнтів кореляції

	PE	PS	DE	PCF	PB	ROE	ROA	PM
PE	1,00							
PS	0,43	1,00						
DE	0,37	0,05	1,00					
PCF	0,62	0,38	0,39	1,00				
PB	0,33	0,19	0,65	0,60	1,00			
ROE	-0,54	-0,29	0,26	-0,25	0,43	1,00		
ROA	-0,67	-0,05	-0,40	-0,27	0,14	0,58	1,00	
PM	-0,11	0,61	-0,09	-0,33	-0,23	0,10	0,18	1,00

Джерело: власні розрахунки

Бачимо, що в цілому за модулем значення коефіцієнтів не перевищують величину 0,67, що в принципі є досить прийнятним результатом для того, щоб використати початковий датасет як вхідний для здійснення подальших кроків алгоритму. Але в рамках поточного дослідження було здійснено скорочення початкового простору ознак і видалено більшість таких, що демонстрували значення вищі 0,6. Таким чином, було прийнято остаточне рішення

залишити такі показники, як мультиплікатор ціна / виручка (PS), співвідношення позикового капіталу до власного (DE), мультиплікатор ціна/грошовий потік(PCF), рентабельність власного капіталу(ROE), маржа прибутку (PM).

На рис. 3 наведено результат реалізації методу ієрархічної кластеризації, у якості міри подібності застосовано Евклідову відстань, для об'єднання об'єктів використано правило Уорда.

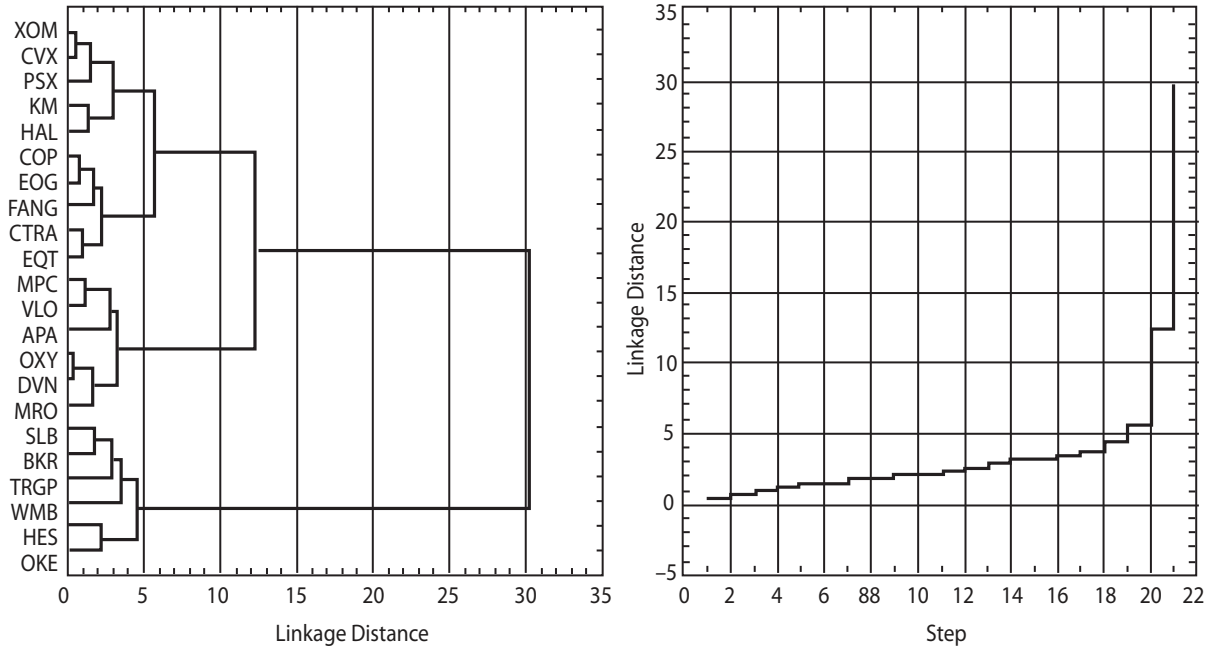


Рис. 3. Результати ієрархічної кластеризації

Джерело: власні розрахунки

Бачимо, що більшість об'єднань здійснено на відстанях, що не перевищують значення 5, потім є об'єднання двох груп на відстані 6, а після цього відповідна відстань об'єднання зростає вдвічі (значення 12), а потім більш ніж удвічі (фінальне об'єднання в один кластер здійснено на рівні 30). Таким чином, можна зробити попередній висновок щодо наявності трьох відносно однорідних груп у початковому датасеті.

У табл. 3 наведено перелік компаній, які були враховані у поточному дослідженні, із зазначенням кластера, до якого їх було класифіковано.

Аналіз табл. 3 дозволяє зробити висновок, що об'єкти досить рівномірно розподілені за кластерами: немає аномально великих або маленьких відстаней від центроїда, що свідчить, у тому числі, про сталість отриманої класифікації та відсутність потенціальних кандидатів на зміну кластера.

Таблиця 3

Розподіл компаній по кластерам

Назва компанії	Умове позначення	Кластер	Відстані до центроїда
1	2	3	4
Schlumberger	SLB	3	0,8194
Hess Corp	HES	3	1,1641
Williams Companies	WMB	3	0,9505
Oneok Inc	OKE	3	0,5859
Baker Hughes Company	BKR	3	0,7631
Targa Resources	TRGP	3	0,8707
Marathon Petroleum Corp	MPC	2	0,5536
Occidental Petroleum Corp	OXY	2	0,4686
Valero Energy Corp	VLO	2	0,5322

1	2	3	4
Devon Energy Corp	DVN	2	0,4286
Marathon Oil Corp	MRO	2	0,4791
Apa Corp	APA	2	0,7919
Exxon Mobil Corp	XOM	1	0,4938
Chevron Corp	CVX	1	0,3941
Conocophillips	COP	1	0,1232
Eog Resources	EOG	1	0,3982
Phillips 66	PSX	1	0,8792
Kinder Morgan	KMI	1	0,6761
Diamondback Energy	FANG	1	0,8559
Halliburton Company	HAL	1	0,6927
Coterra Energy Inc	CTRA	1	0,7307
Eqc Corp	EQT	1	0,5992

Джерело: власні розрахунки

Згідно з табл. 4, де наведено матрицю відстаней між центроїдами кластерів, бачимо, що найбільш віддаленим є кластер 3, кластер 1 та кластер 2 є відносно близькими один до одного.

Таблиця 4

Міжкластерні відстані

	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3
Кластер 1	0,00	1,30	2,03
Кластер 2	1,30	0,00	3,28
Кластер 3	2,03	3,28	0,00

Джерело: власні розрахунки

У табл. 5 наведено координати центроїдів кожного з отриманих кластерів.

Таблиця 5

Кластерні центроїди

	Кластер 3	Кластер 2	Кластер 1
DE	1,26	0,66	0,41
ROE	0,19	0,26	0,17
PM	0,14	0,19	0,19
PS	2,72	1,36	2,31
PCF	11,78	4,61	7,34

Джерело: власні розрахунки

Розглянемо особливості отриманої класифікації. Кластер 3 є найбільш віддаленим і дійсно має певну кількість індикаторів, чий середні значення суттєво відрізняються від аналогічних значень для Кластера 1 та Кластера 2. Так, наприклад, тут можна спостерігати максимальні серед трьох отриманих кластерів середні значення таких

показників, як співвідношення позикового капіталу до власного (DE) та мультиплікатора ціна / грошовий потік (PCF), причому зазначені значення не просто найбільші, а в рази відрізняються від аналогічних значень для двох інших кластерів. Також бачимо максимальні середні значення для мультиплікатора ціна / виручка (PS), але все ж таки це значення не можна назвати аномально великим. Показник маржи прибутку (PM) є найнижчим серед трьох середніх, показник рентабельності власного капіталу (ROE) має друге за рангом значення.

Відносно невелика відстань між кластером 1 та кластером 2 обумовлює наявність певної подібності кластерів. Так, Кластер 1 має найнижчі значення показників DE та ROE, а Кластер 2 демонструє найнижчі значення для показників PS та PCF.

Підводячи підсумок отриманих результатів для поточного датасету, можна рекомендувати в першу чергу звернути увагу на компанії кластера 1 як на потенційні об'єкти інвестування.

Залежно від потрібної кількості найменувань, які інвестор бажає включити у портфель, в подальшому потрібно проранжувати компанії кластера за показником відстані від кластерного центру та відповідно відібрати перші k компаній з отриманого рейтингу.

Висновки. Запропонований алгоритм імплементовано для вихідної множини з двадцяти двох акцій компанії, які включено до складу енергетичного сектора фондового індексу SP500. Вихідний датасет містив інформацію щодо деяких базових індикаторів ліквідності, платоспроможності, рентабельності, ринкової вартості зазначених компаній. Деякі з початково обраних індикаторів показали наявність явища мультиколінеарності, тому датасет було скорочено. Таким чином, кожна акція, по якій потрібно було прийняти рішення щодо включення її до інвестиційного портфеля, була представлена як точка у багатовимірному просторі ознак. Подальше дослідження потребувало

здійснення класифікації та впорядкування зазначених багатовимірних об'єктів, тому було запропоновано використовувати кількісні методи дослідження, а саме алгоритми класифікації без навчання. Перевагою цих алгоритмів для вирішення задач поточного дослідження є саме той факт, що вони не потребують апріорної інформації щодо розподілення об'єктів по кластерам. Згідно із запропонованим у роботі алгоритмом на початковій стадії було використано методи ієрархічної кластеризації, які не потребують попередньої інформації щодо кількості кластерів та дозволяють отримати попередню уяву щодо структури досліджуваної сукупності об'єктів та сили зв'язків між ними. В результаті було сформовано гіпотезу щодо можливої кількості однорідних груп, на які можливо поділити вихідну множину об'єктів. Зазначена гіпотеза була перевірена за допомогою агрегативного методу кластеризації. Отримана класифікація для аналізованої вихідної сукупності індикаторів досить вдало групує разом відносно схожі об'єкти та відокремлює відносно віддалені об'єкти. Змістовний аналіз отриманої класифікації дозволив обрати об'єктами інвестування акції компаній, що увійшли до складу Кластера 1.

Потрібно зазначити, що не завжди методи ієрархічної кластеризації дають досить однозначну відповідь на питання щодо кількості кластерних груп, тому на практиці потрібно висувати декілька гіпотез і здійснювати їх подальше порівняння. У якості напрямків подальших досліджень можливо здійснити порівняння результатів застосування алгоритмів ієрархічної кластеризації та інших алгоритмів навчання без вчителя, зокрема тих, що використовують самоорганізаційні карти. Також потрібно розширити запропонований алгоритм блоком, що здійснює попередню обробку вихідного датасету та вирішує проблему мультиколінеарності вихідних фінансових індикаторів. У поточному дослідженні було просто виключено показники, для яких спостерігалися досить великі значення коефіцієнтів парної кореляції, однак таке рішення має певні ознаки суб'єктивності. Окрім того, при збільшенні розмірності вихідної множини показників зазначений підхід вже не буде ефективним, тому потрібно застосовувати якісь більш формалізовані кількісні алгоритми, наприклад, метод головних компонент.

ЛІТЕРАТУРА

1. The Global Industry Classification Standard. URL: <https://www.msci.com/our-solutions/indexes/gics>
2. Fidelity. URL: <https://digital.fidelity.com/prgw/digital/research/sector/detail/energy>
3. Hayes A. S&P GSCI Definition, Commodity Types Listed, Potential Drawbacks. URL: <https://www.investopedia.com/terms/g/gsci.asp>
4. Bloomberg Commodity Index 2024 Target Weights Announced. URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/bloomberg-commodity-index-2024-target-weights-announced-301976390.html>
5. SPY ETF Stock Price History. URL: <https://www.investing.com/etfs/spdr-s-p-500-historical-data>
6. S&P 500 Energy Historical Data. URL: <https://www.investing.com/indices/s-p-500-energy-historical-data>
7. Погребняк А. Ю., Лопатюк В. С. Оцінка інвестиційної привабливості підприємства. *Економічний вісник НТУ «КПІ»*. 2023. № 26. С. 79–83.
DOI: <https://doi.org/10.32782/2307-5651.26.2023.13>
8. Економіка та управління в нафтогазовому комплексі України: актуальні проблеми, реалії та перспективи : монографія / за ред. М. О. Данилюка, А. С. Полянської. Івано-Франківськ, 2017. 292 с.
9. Мойсеєнко І., Ревак І., Миськів Г., Чапляк Н. Інвестиційний аналіз : навч. посіб. Львів : ЛьвДУВС, 2019. 276 с.
10. Ніконова Н. В. Інвестиційна привабливість підприємств: сутність, фактори впливу та оцінка існуючих методик аналізу. *Економічний вісник університету*. 2017. Вип. 32/1. С. 81–88. URL: <https://economicbulletin.com/index.php/journal/article/view/298/300>
11. Бланк И. А. Инвестиционный менеджмент. Киев : Юнайтед Лондон Трейд Лимитед, 1995. 448 с.
12. Коюда В. О., Лепейко Т. І., Коюда О. П. Основи інвестиційного менеджменту : [навч. посіб.]. Київ : Кондор, 2008. 340 с.
13. Кривицька О. Р. До питання щодо дослідження інвестиційної привабливості підприємства. *Бізнес Інформ*. 2023. № 10. С. 246–252.
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-10-246-252>
14. Prodanova N. A., Plaskova N. S., Dikikh V. A., Sotnikova L. V., Nikandrova L. K., Skachko G. A. Techniques for Assessing the Investment Attractiveness of a Commercial Organization based on Classical Methods of Strategic Economic Analysis. *International Journal of Economics and Business Administration*. 2019. Vol. VII. Issue 4. P. 35–46.
DOI: <https://doi.org/10.35808/ijeba/330>
15. Mohylova A., Grybyk I., Hlivinska Y., Kudinova I., Stepanenko M., Torishnya L. Estimation of Enterprise's Investment Attractiveness in the Conditions of Development. *Studies of Applied Economics*. 2021. Vol. 39 (5).
DOI: <https://doi.org/10.25115/eea.v39i5.5181>
16. Лепетюха Н. В., Борох А. Ю. Інтегральна оцінка інвестиційної привабливості ІТ-підприємства "Somnium Game". *Економіка і суспільство*. 2018. № 18. С. 447–452.
DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2018-18-62>
17. Мамонов К., Єсіна В., Матвєєва Н., Славута О., Троян В. Формування інтелектуальних систем інвестиційної привабливості будівельних підприємств та визначення впливу на них стейкхолдерів. *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики*. 2022. Том 2 (43). С. 193–201.
DOI: <https://doi.org/10.55643/fcaptr.2.43.2022.3511>
18. Комліченко О. О. Інвестиційна привабливість галузей економічної діяльності регіону. *Економічний простір*. 2020. № 156. С. 176–180.
DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/156-32>
19. Kuznichenko V. M., Lapshyn V. I., Semenets A. O., Stetsenko T. V. Метод аналітичної процедури вибору об'єкта для інвестування. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2021. Vol. 4 (31). P. 291–300.
DOI: <https://doi.org/10.18371/fcaptr.v4i31.190919>
20. Корепанов Г. С., Лазебник Ю. О., Пономарьова Т. В. Застосування кластерного аналізу для групування регіонів за рівнем інвестиційної привабливості. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Сер. «Економічна»*. 2014. № 1118. Вип. 86. С. 63–69. URL: <https://periodicals.karazin.ua/economy/article/view/5409/4956>
21. Біляк Н. І. Кластерний аналіз інвестиційної привабливості сільських територій Львівської області. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господар-*

ства. 2014. Вип. 149 «Економічні науки». С. 91–100. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/jspui/handle/123456789/31926>

22. Єльнікова Ю. В. Кластеризації країн світу за рівнем їх привабливості для відповідальних інвестицій. *Економіка та держава*. 2020. № 9. С. 86–90.

DOI: 10.32702/2306-6806.2020.9.86

23. Hayes A. Understanding Liquidity Ratios: Types and Their Importance. URL: <https://www.investopedia.com/terms/l/liquidityratios.asp>

24. Elmerraji J. Guide to Financial Ratios. June 04, 2022. URL: <https://www.investopedia.com/articles/stocks/06/ratios.asp>

25. Hayes A. Profitability Ratios: What They Are, Common Types, and How Businesses Use Them. URL: <https://www.investopedia.com/terms/p/profitabilityratios.asp>

26. Брюховецька Н. Ю., Хасанова О. В. Інвестиційна привабливість публічного акціонерного товариства: теорія та практика : монографія. Київ, 2015. 212 с.

27. Chernova N., Serhiienko O., Chagovets L., Baranova V., Volosnikova N. Ukraine Stock Market Spatial-Dynamic Analysis // 2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Ankara, Turkey, 2022. P. 900–906.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ISMSIT56059.2022.9932757>

28. Chernova N., M. Mashchenko M., Sergienko O. Bilotserskiy O., Shapran O. Modeling Internationally Diversified Investment Portfolio // 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), 2020. P. 368–372.

DOI: <https://doi.org/10.1109/PICST51311.2020.9468042>

REFERENCES

“Bloomberg Commodity Index 2024 Target Weights Announced”. <https://www.prnewswire.com/news-releases/bloomberg-commodity-index-2024-target-weights-announced-301976390.html>

Biliak, N. I. “Klasternyi analiz investytsiinoi pryvablyvosti silskykh terytorii Lvivskoi oblasti” [Cluster Analysis of Investment Attractiveness of Rural Areas of Lviv Region]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva*. 2014. <https://repo.btu.kharkov.ua/jspui/handle/123456789/31926>

Blank, I. A. *Investitsionnyy menedzhment* [Investment Management]. Kyiv: Yunayted London Treyd Limited, 1995.

Briukhovetska, N. Yu., and Khasanova, O. V. *Investytsiina pryvablyvist publichnoho aktsionernoho tovarystva: teoriia ta praktyka* [Investment Attractiveness of a Public Joint-stock Company: Theory and Practice]. Kyiv, 2015.

Chernova, N. et al. “Modeling Internationally Diversified Investment Portfolio”. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), 2020. 368–372.

DOI: <https://doi.org/10.1109/PICST51311.2020.9468042>

Chernova, N. et al. “Ukraine Stock Market Spatial-Dynamic Analysis”. 2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT). Ankara, Turkey, 2022. 900–906.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ISMSIT56059.2022.9932757>

Ekonomika ta upravlinnia v naftohazovomu kompleksy Ukrainy: aktualni problemy, realii ta perspektyvy [Economics and Management in the Oil and Gas Complex of Ukraine: Current Problems, Realities and Prospects]. Ivano-Frankivsk, 2017.

Elmerraji, J. “Guide to Financial Ratios”. June 04, 2022. <https://www.investopedia.com/articles/stocks/06/ratios.asp>

Fidelity. <https://digital.fidelity.com/prgw/digital/research/sector/detail/energy>

Hayes, A. “Profitability Ratios: What They Are, Common Types, and How Businesses Use Them”. <https://www.investopedia.com/terms/p/profitabilityratios.asp>

Hayes, A. “S&P GSCI Definition, Commodity Types Listed, Potential Drawbacks”. <https://www.investopedia.com/terms/g/gsci.asp>

Hayes, A. “Understanding Liquidity Ratios: Types and Their Importance”. <https://www.investopedia.com/terms/l/liquidityratios.asp>

Koiuda, V. O., Lepeiko, T. I., and Koiuda, O. P. *Osnovy investytsiinoho menedzhmentu* [Basics of Investment Management]. Kyiv: Kondor, 2008.

Komlichenko, O. O. “Investytsiina pryvablyvist haluzei ekonomichnoi diialnosti rehionu” [Investment Attractiveness of Branches of Economic Activity of the Region]. *Ekonomichnyi prostir*, no. 156 (2020): 176–180.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/156-32>

Korepanov, H. S., Lazebnyk, Yu. O., and Ponomarova, T. V. “Zastosuvannia klasternoho analizu dlia hrupuvannia rehioniv za rivnem investytsiinoi pryvablyvosti” [Application of Cluster Analysis for Grouping Regions According to the Level of Investment Attractiveness]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina*. Ser. «Ekonomichna». 2014. <https://periodicals.karazin.ua/economy/article/view/5409/4956>

Kryvitska, O. R. “Do pytannia shchodo doslidzhennia investytsiinoi pryvablyvosti pidpriemstva” [To the Question Regarding the Study of the Investment Attractiveness of Enterprise]. *Biznes Inform*, no. 10 (2023): 246–252.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-10-246-252>

Kuznichenko, V. M. et al. “Metod analitichnoi protsedury vyboru obiekta dlia investuvannia” [Method of Analytical Procedure for Choosing an Object for Investment]. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, vol. 4 (31) (2021): 291–300.

DOI: <https://doi.org/10.18371/fcaptop.v4i31.190919>

Lepetiukha, N. V., and Borokh, A. Yu. “Intehralna otsinka investytsiinoi pryvablyvosti IT-pidpriemstva “Somnium Game”” [Integrated Assessment of the Investment Attractiveness of the IT Enterprise “Somnium Game”]. *Ekonomika i suspilstvo*, no. 18 (2018): 447–452.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2018-18-62>

Mamonov, K. et al. “Formuvannia intelektualnykh system investytsiinoi pryvablyvosti budivelnnykh pidpriemstv ta vyznachennia vplyvu na nykh steikkholderiv” [Formation of Intelligent Systems of Investment Attractiveness of Construction Enterprises and Determination of the Influence of Stakeholders on Them]. *Finansovo-kredytna diialnist: problemy teorii ta praktyky*, vol. 2 (43) (2022): 193–201.

DOI: <https://doi.org/10.55643/fcaptop.2.43.2022.3511>

Mohylova, A. et al. “Estimation of Enterprise’s Investment Attractiveness in the Conditions of Development”. *Studies of Applied Economics*, vol. 39 (5) (2021).

DOI: <https://doi.org/10.25115/eea.v39i5.5181>

Moiseienko, I. et al. *Investytsiinyi analiz* [Investment Analysis]. Lviv: LvDUVS, 2019.

Nikonova, N. V. “Investytsiina pryvablyvist pidpriemstv: sutnist, faktory vplyvu ta otsinka isnuichykh metodyk analizu” [Investment Attractiveness of Enterprises: Essence, Influencing Factors and Assessment of Existing Methods of Analysis]. *Ekono-*

michnyi visnyk universytetu. 2017. <https://economicbulletin.com/index.php/journal/article/view/298/300>

Pohrebniak, A. Yu., and Lopatiuk, V. S. "Otsinka investytsiinoi pryvablyvosti pidpriemstva" [Assessment of the Investment Attractiveness of the Enterprise]. *Ekonomichnyi visnyk NTU «KPI»*, no. 26 (2023): 79-83.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2307-5651.26.2023.13>

Prodanova, N. A. et al. "Techniques for Assessing the Investment Attractiveness of a Commercial Organization based on Classical Methods of Strategic Economic Analysis". *International Journal of Economics and Business Administration*, vol. VII, no. 4 (2019): 35-46.

DOI: <https://doi.org/10.35808/ijeba/330>

"S&P 500 Energy Historical Data". <https://www.investing.com/indices/s-p-500-energy-historical-data>

"SPY ETF Stock Price History". <https://www.investing.com/etfs/spdr-s-p-500-historical-data>

"The Global Industry Classification Standard". <https://www.msci.com/our-solutions/indexes/gics>

Yelnikova, Yu. V. "Klasteryzatsii krain svitu za rivnem yikh pryvablyvosti dlia vidpovidalnykh investytsii" [Clustering of the Countries of the World According to the Level of Their Attractiveness for Responsible Investments]. *Ekonomika ta derzhava*, no. 9 (2020): 86-90.

DOI: 10.32702/2306-6806.2020.9.86

Стаття надійшла до редакції 17.08.2024 р.
Статтю прийнято до публікації 05.09.2024 р.