

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-35-15>

УДК 330.3

ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ БІЗНЕС АНАЛІТИКИ ДЛЯ ОЦІНКИ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

USING BUSINESS ANALYSIS TOOLS TO ASSESS THE PROSPECTS FOR DEVELOPING ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN UKRAINE

Камбур Ольга Леонідівнакандидат економічних наук, доцент,
Одеська державна академія будівництва та архітектури
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2370-293X>**Тюлькіна Катерина Олександрівна**кандидат економічних наук, доцент,
Одеська державна академія будівництва та архітектури
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8782-4173>**Панова Тетяна Борисівна**магістр,
Одеська державна академія будівництва та архітектури
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1972-9753>**Kambur Olga, Tiulkina Kateryna, Panova Tatyana**
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

Стаття присвячена питанням розвитку ринку електроенергії з відновлюваних джерел в Україні. Обґрунтовано необхідність розвитку сучасної інформаційної системи, яка забезпечить підтримку прийняття управлінських рішень на основі наявних даних та інструментів бізнес аналітики. Побудовано візуальну аналітичну модель на основі статистичної інформації про вироблення електроенергії з відновлюваних джерел в програмному комплексі Tableau. Проаналізовано сучасний стан, тенденції та перспективи декарбонізації енергетики. Встановлено регіональні особливості поширення «зеленого» тарифу та здійснено кластерний аналіз регіонів за ознаками кількості та потужністю електростанцій, що використовують відновлювані джерела енергії. Досліджено сезонні коливання виробництва електроенергії з альтернативних джерел та обґрунтовано необхідність комплексного розвитку різних типів електростанцій.

Ключові слова: альтернативні джерела енергії, зелений тариф, бізнес-аналітика, візуально-аналітична платформа Tableau.

Стаття посвящена вопросам развития рынка электроэнергии из возобновляемых источников в Украине. Обоснована необходимость развития современной информационной системы, которая обеспечит поддержку принятия управленческих решений на основе имеющихся данных и инструментов бизнес-аналитики. Построена визуальная аналитическая модель на основе статистической информации о выработке электроэнергии из возобновляемых источников в программном комплексе Tableau. Проанализированы современное состояние, тенденции и перспективы декарбонизации энергетики. Выявлены региональные особенности распространения «зеленого» тарифа и кластерный анализ регионов по признакам количества и мощности электростанций, использующих возобновляемые источники энергии. Исследованы сезонные колебания производства электроэнергии из альтернативных источников и обоснована необходимость комплексного развития разных типов электростанций.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, зеленый тариф, бизнес-аналитика, визуально аналитическая платформа Tableau.

The article is devoted to the development of the renewable energy market in Ukraine. Currently, the alternative energy system is actively developing, transforming and becoming more complex and improved. In order to ensure the systematization and structuring of the available data, as well as support for managerial decision-making, it is

advisable to use business intelligence tools. Their use will allow structuring the collection and processing of data, carrying out operational and strategic monitoring, analysis, modeling and forecasting. Using a general-to-specific approach makes it possible to reach the right level of detail to solve specific problems and seek insights. In the visual analytical platform Tableau, a data model was built on the generation of electricity from renewable sources for different types of power plants and for different regions of Ukraine. The model is based on statistical data in dynamics from 2017 to 2021 years on the capacities of power plants, actual electricity production and geoinformation data on the location of power plants various types. On the basis of the created model, an analysis of the current state of the green energy market in Ukraine was carried out, development trends and prospects for the decarbonization of energy were identified. Regional differences were established in the development of alternative energy and in the prevailing types of power plants. With the help of cluster analysis, the regions were classified according to the number and capacity of power plants using renewable energy sources. Regions of Ukraine were identified with a large number of powerful power plants, with a large number of low-power plants, and with a small number of low-power plants. Seasonal fluctuations in the production of electricity from alternative sources were studied and the need for an integrated development of various types of power plants was substantiated. It is substantiated that the use of business intelligence tools creates the prerequisites for the introduction of a mechanism for confirming the guarantee of origin for various types of electricity from renewable sources.

Keywords: alternative energy sources, green tariff, business intelligence, visual analytics platform Tableau.

Постановка проблеми. Трансформація енергетичної системи з урахуванням сучасних вимог з пріоритетним напрямком розвитку України, що було проголошено у Енергетичній стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [1]. Одним з інструментів декарбонізації економіки є «зелений тариф», використання якого передбачає виплату винагороди за генерацію електроенергії з відновлюваних джерел. Слід відзначити, що система нормативно правового забезпечення цієї сфери складна та постійно змінюється, що ускладнює впровадження довгострокових інвестиційних проєктів. Необхідно забезпечити інформаційну базу прийняття рішень за допомогою сучасних інструментів бізнес аналітики, провести аналіз ситуації, що склалася у галузі, виявити основні тенденції та перспективи розвитку альтернативної енергетики в Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізу перспектив розвитку альтернативних джерел енергії присвячені праці Бабіної О.М. [2], Циганка К.О. [3], Матвійчука Л.Ю. [4] та інших. Сучасні інструменти бізнес аналізу і візуалізації даних та ефективність їх застосування досліджували вчені Задорожнюк Н.О. [5], Царук В. [6]. Водночас, використання методів бізнес аналітики для прийняття управлінських рішень в сфері альтернативної енергетики потребує подальшого вивчення.

Формулювання цілей статті. Метою дослідження є аналіз інформаційної бази відновлюваної енергетики, її узагальнення і систематизація та аналіз перспектив розвитку альтернативних джерел енергії за допомогою візуальної аналітичної платформи Tableau.

Виклад основного матеріалу дослідження. Згідно до законодавства України до

відновлюваних джерел енергії відносяться енергія сонячна, вітрова, аеротермальна, геотермальна, гідротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, біогазів [7].

За даними Державного агентства з енергоефективності загальна частка енергії, виробленої з відновлюваних джерел, у валовому кінцевому енергоспоживанні, зросла 4% у 2014 р. до 9,2%, у 2020 р. Найбільша частка відновлюваної енергії у 2020 році спостерігалася у електроенергетиці – 13,9%, а найменша у транспортному секторі – 2,5% [8]. Таким чином зобов'язання щодо виконання цілей Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року [9], а саме досягнення 11% електроенергії з відновлюваних джерел у споживанні електроенергії було перевиконано.

Одним з інструментів, завдяки якому вдалося досягти цих результатів є "зелений" тариф – спеціальний тариф, за яким закуповується електрична енергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, зокрема на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексах), з альтернативних джерел енергії (а з використанням гідроенергії – лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями) [7];

У новому Національному плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року [10], визначено індикативну ціль споживання енергії з відновлюваних джерел у 2030 році на рівні 27%. Незважаючи на ефективність, «зелений» тариф є дуже коштовним для держави, тому зараз розробляється новий механізмом видачі гарантії походження на різні види енергії – Net Billing. Він сприятиме саме споживанню «чистої» енергії та дозволить

підтверджувати використання відновлюваних джерел енергії під час виробництва української продукції та її імпорту в ЄС.

Вважаємо, що саме зараз, у період структурної перебудови системи обліку та моніторингу в сфері альтернативної енергетики, потрібно впроваджувати кращі світові практики з аналізу даних та систематизації звітності, а саме системи бізнес аналітики «Business Intelligence» (BI). Їх використання дозволить структурувати збір та обробку даних, здійснювати оперативний моніторинг, аналіз, моделювання та прогнозування. Слід відзначити, що системи бізнес аналітики це не просто інструменти звітності, а, в першу чергу механізм обґрунтування та підтримки прийняття рішень [11]. Вона дає змогу контролювати цільові показники діяльності, та, в випадку невідповідності їх встановленим критеріям, дослідити чинники, що призвели до цього. На відміну від традиційних методів аналізу, що передбачають агрегування даних, BI інструменти дозволяють здійснити деталізацію до рівня первинних документів. Використання бізнес аналітики передбачає збір та підготовку даних, а потім їх використання з метою вивчення, систематизації, кластеризації, виявлення взаємозв'язків та прогнозування. Важливою складовою процесу аналізу є візуалізація даних.

Одним за найбільш потужних і багатофункціональних програмних продуктів для бізнес аналітики є візуальна аналітична платформа Tableau [12]. Tableau може працювати з файлами багатьох типів, серверами та різними джерелами даних, зокрема з географічною інформацією.

Розглянемо процес аналізу даних у Tableau на прикладні загальнодоступних даних з відновлюваної енергетики. Першим, та одним з найбільш трудомістким етапом є збір та очищення даних. На сайті Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг розміщена статистична інформація щодо об'єктів альтернативної електроенергетики, яким встановлено «зелений» тариф [13]. Дані наведено щомісячно, починаючи з 2017 року. При ознайомленні з даними звертає на себе увагу, що структура таблиць змінювалася з часом та доповнювалася новими стовпцями. Починаючи з липня 2020 року у дані було додано інформацію про ЄДРПОУ виробника електроенергії, до дозволяє однозначно ідентифікувати його та змінено формат файлу на електронні таблиці, що значно спрощує

попередню обробку даних. У таблицях за 2021 рік міститься інформація про виробника, тип електростанції, регіон, встановлена потужність, виробництво електроенергії за місяцями, дата встановлення та розмір «зеленого» тарифу. Перед завантаженням файлів у Tableau потрібно відформатувати таблицю, скоротити заголовки до 1 строки та видалити рядки з підсумками. Зараз існує зручний сервіс Energy Map [14], що акумулює бази офіційних даних про всі сектори енергетики України, перетворює їх у зручний для аналізу формат та дозволяє відстежувати і вчасно реагувати на зміни у галузі.

Функціональні можливості програми дозволяють об'єднати на одному візуальному елементі різні дані, зокрема географічні та налаштувати систему фільтрів. Так, на рисунку 1 наведена карта, побудована в Tableau по статистичним даним щодо об'єктів альтернативної електроенергетики, яким встановлено «зелений» тариф.

Пропонуємо здійснювати фільтрацію за типом електростанції, за встановленою потужністю та за розміром «зеленого» тарифу. Таким чином, можна дослідити, як розподілені по регіонах електростанції кожного типу окремо. Налаштування фільтрів дозволяє виявити особливості у територіальному розподілу малих та потужних електростанції, а також вивчити, де саме встановлені найнижчі на найвищі «зелені» тарифи. При виявленні відхилень від очікуваних значень можна здійснити деталізацію до окремого об'єкта та дослідити його.

Так, наприклад, за 11 місяців 2021 року більше всього відновлюваної енергії було вироблено у Запорізької області (1870 млн. кВт-год) та у Херсонської області (1743 млн. кВт-год). З них більша частина (1483 млн. кВт-год та 1175 млн. кВт-год відповідно) припадає на вітрові електростанції. Наважаючи на те, що вітрова енергія забезпечують більше третини «зеленої» енергетики України, її ефективність залежить від природно-кліматичних умов території, тому майже усі станції розташовані у Причорноморському регіоні та у Закарпатті.

Сонячні електростанції забезпечують 58% від виробництва електроенергії з відновлюваних джерел. На відміну від вітряних електростанцій, вони представлені майже в усіх регіонах України. Але є суттєві регіональні відмінності. Так, при середньому показнику по регіонах 205 млн. кВт-год у Дніпропетровської області за 11 місяців 2021 року було

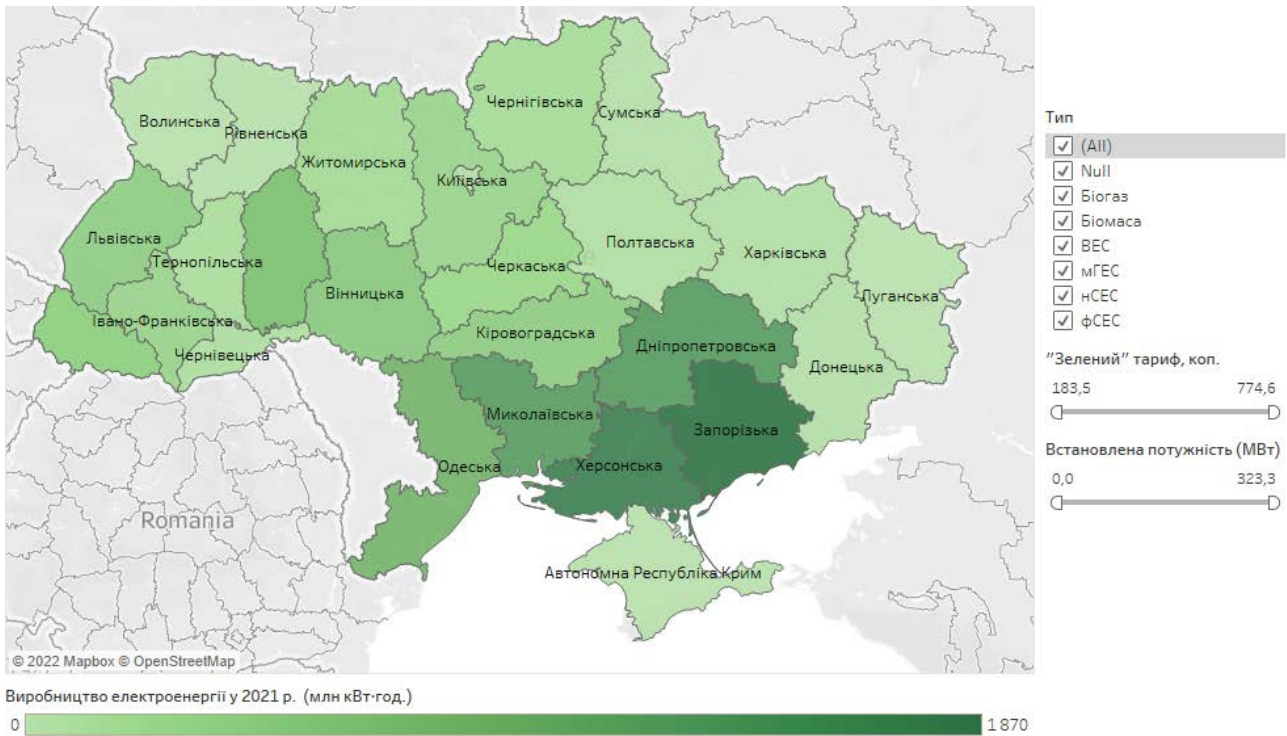


Рис. 1. Карта об'єктів альтернативної електроенергетики, яким встановлено «зелений» тариф

Джерело: сформовано авторами за даними Energy Map [14]

вироблено 1123 млн. кВт-год сонячної енергії, з них 618 млн. кВт-год – двома потужними станціями за «зеленим» тарифом 402 коп. за кВт-год. Відповідно їх власникам було нараховано 2,484 млрд. грн. компенсації.

Програма Tableau дозволяє здійснити поглиблений аналіз взаємозв'язків між показниками, зокрема згрупувати об'єкти в кластери, що мають подібні властивості. На рисунку 2 показано розподіл областей України на 3 кластери за ознаками кількості об'єктів відновлюваної енергетики та їх потужності.

Так, у кластер 1 увійшли області, де кількість електростанцій та їх потужність невеликі: Волинська, Рівненська, Сумська, Черкаська, Донецька області та інші. У 2 кластері 4 області, де велика кількість потужних електровознів: Дніпропетровська, Запорізька, Миколаївська та Херсонська області. До 3 кластера увійшли області з великою кількістю електростанцій малої потужності: Вінницька, Одеська, Київська, Львівська, Кіровоградська та інші. Кластерний аналіз дозволяє знайти спільні ознаки для груп об'єктів та розробити рекомендації щодо подальшого розвитку.

Особливістю відновлюваних джерел енергії є те, що вони схильні до сезонних коливань і їх ефективність залежать від природно-клі-

матичних умов. На рисунку 3 показано, як змінювалося вироблення відновлюваної електроенергії з різних видів джерел протягом перших 11 місяців 2021 року.

Найбільш стабільне протягом року виробництво електроенергії с біогазу та біомаси. Гідроелектростанції більш ефективно працюють у весняні місяці, вітряні електростанції – у осінньо-зимовий період, а сонячні – влітку. Таким чином комплексне використання різних видів альтернативних джерел енергії здатне забезпечити стабільне виробництво електроенергії протягом року.

Платформа Tableau дозволяє вивчати кожний об'єкт окремо, зокрема можна не тільки відстежувати динаміку та особливості виробництва відновлюваної електроенергії за регіонами, а і інтегрувати до моделі карту з географічними координатами усіх електростанцій. Також перспективним уявляється доповнення інформаційної моделі даними з фінансової та господарської діяльності суб'єктів ринку відновлюваної енергетики за допомогою сервісу Youcontrol [15]. Це дозволить здійснити комплексну діагностику ефективності діяльності цих підприємств.

Висновки. Проведено дослідження показало перспективність використання інструментів бізнес аналітики для аналізу поточного

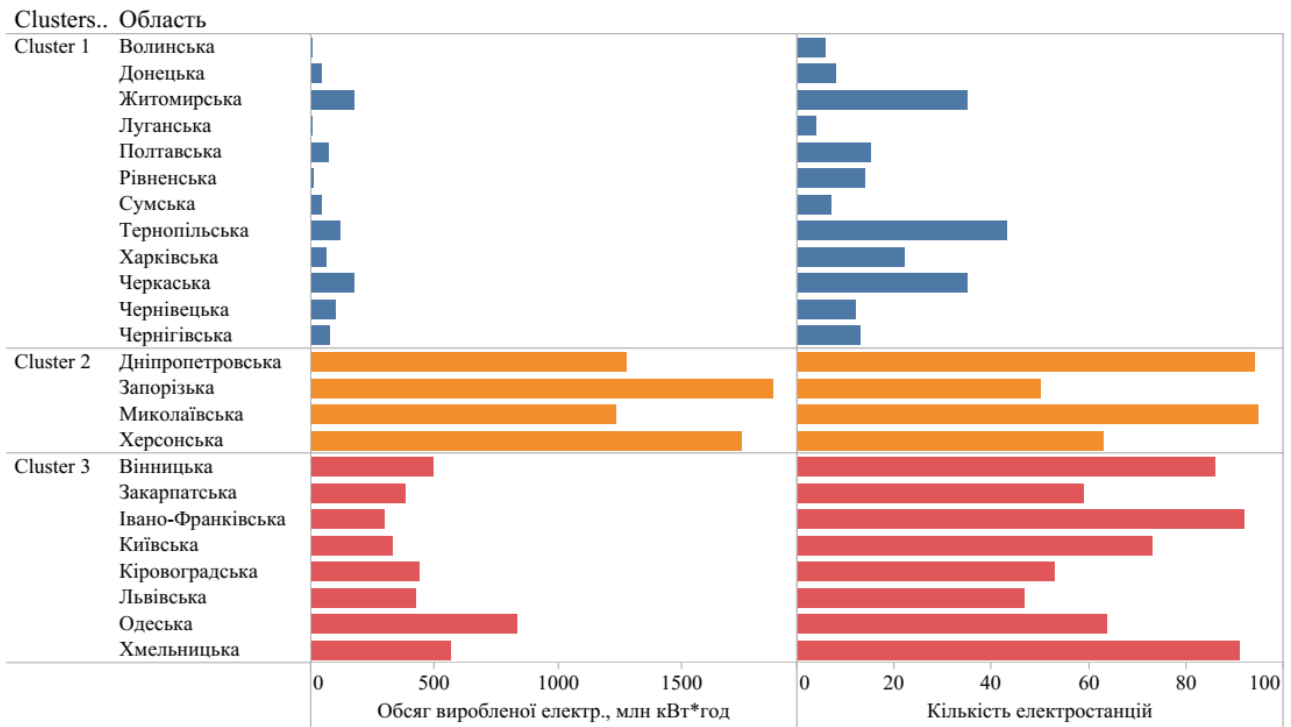


Рис. 2. Кластерний аналіз регіонів України за ознаками кількості об'єктів відновлюваної енергетики та їх потужності

Джерело: сформовано авторами за даними Energy Map [14]

Вітряні електростанції



Біогаз та біомаса



Малі гідроелектростанції



Сонячні електростанції

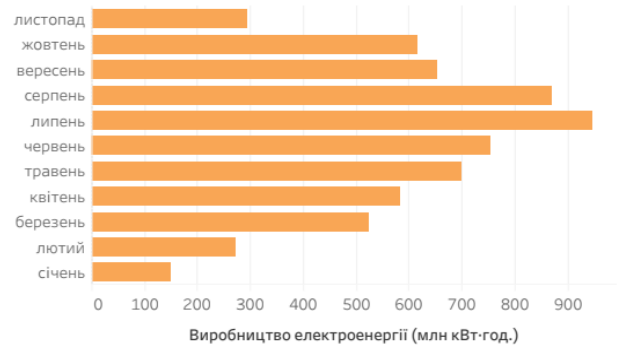


Рис. 3. Сезонні коливання виробництва електроенергії з відновлюваних джерел

Джерело: сформовано авторами за даними Energy Map [14]

стану на перспектив розвитку альтернативних джерел енергії. Існують суттєві регіональні відмінності у рівні розвитку суб'єктів відновлюваної енергетики. Більше половини всієї «зеленої» енергії України виробляється у чотирьох областях: Запорізької, Херсонської, Дніпропетровської та Миколаївської. На 3 великих електростанціях генеруються 10,14% електроенергії з відновлюваних джерел в Україні. Для збалансованого розвитку альтернативної

енергетики потрібно комплексно розвивати різні типи станцій та запобігати монополізації цієї сфери. Саме орієнтація на декарбонізацію економіки та власне споживання «чистої» енергії має бути основою реформування системи енергетики України. Використання сучасних інструментів бізнес аналітики дозволить забезпечити прозорість та достовірність даних при впровадженні механізму видачі гарантії походження на різні види енергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Енергетична стратегія України на період до 2035 року. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245239564&cat_id=245239555
2. Бабина О.М. Світовий досвід розвитку альтернативних джерел енергії. *Держава та регіони. Серія : Економіка та підприємництво*. 2019. № 6(111). С. 15–19. DOI: <https://doi.org/10.32840/1814-1161/2019-6-3>
3. Циганок К.О., Череп А.В. Альтернативні джерела енергії як засіб ресурсоефективності. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2018. № 22(18). С. 688–691.
4. Матвійчук Л.Ю., Герасимчук Б.П. Економічна доцільність використання альтернативних джерел енергії. *Економічний форум*. 2013. № 4. С. 12–16.
5. Задорожнюк Н.О. Сучасне програмне забезпечення для здійснення бізнес-аналізу. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. 2021. № 18. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.19.2021.230070>
6. Царук В. Необхідність формування аналітичної системи корпоративного управління. *Інститут бухгалтерського обліку, контроль та аналіз в умовах глобалізації : міжнар. наук. журн.* 2020. Вип. 1. С. 79–88.
7. Закон України Про альтернативні джерела енергії. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text>
8. Офіційний сайт Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України. URL: <https://saee.gov.ua/uk/news/4087>
9. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80#Text>
10. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-%D1%80#Text>
11. Negash, Solomon, Paul Gray. "Business intelligence". *Handbook on decision support systems 2*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. P. 175–193. DOI: <https://doi.org/10.17705/1CAIS.01315>
12. Аналітична платформа Tableau. URL: <https://www.tableau.com/>
13. Офіційний сайт Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. URL: <https://www.nerc.gov.ua/sferi-diyalnosti/elektroenergiya/energetichni-pidpriyemstva/statistichna-informaciya-shchodo-obyektiv-alternativnoyi-elektroenergetiki-yakim-vstanovleno-zelenij-tarif>
14. Energy Map. Виробництво «зеленої» енергії у розрізі об'єктів та розмір «зелених» тарифів. URL: <https://map.ua-energy.org/uk/resources/990b4e24-83ad-4f4e-9a0f-e9f5b01f6051/>
15. Сервіс для аналізу підприємств Youcontrol. URL: <https://youcontrol.com.ua/>

REFERENCES:

1. Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2035 roku [Ukraine's energy strategy for the period up to 2035]. Available at: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245239564&cat_id=245239555
2. Babyna O.M. (2019) Svitovyi dosvid rozvytku alternatyvnykh dzherel enerhii [World experience in the development of alternative energy sources]. *Derzhava ta rehiony. Serii: Ekonomika ta pidpriyemnytstvo*, no. 4, pp. 15–19. DOI: <https://doi.org/10.32840/1814-1161/2019-6-3>
3. Tsyhanok K.O., Cherep A.V. (2018) Alternatyvni dzherela enerhii yak zasib resursoefektyvnosti. [Alternative energy sources as a resource efficiency tool]. *Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky*, no. 22, pp. 688–691.
4. Matviichuk L.Yu., Herasymchuk B.P. (2013) Ekonomichna dotsilnist vykorystannia alternatyvnykh dzherel enerhii [Economic feasibility of using alternative energy sources]. *Ekonomichnyi forum*, no. 4, pp. 12–16.
5. Zadorozhniuk N.O. (2021) Suchasne prohramne zabezpechennia dlia zdiisnennia biznes-analizu [Modern software for business analysis]. *Ekonomichnyi visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy «Kyivskiy politekhnichnyi instytut»*, no. 18. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.19.2021.230070>

6. Tsaruk V. (2020) Neobkhdnist formuvannia analitychnoi systemy korporatyvnoho upravlinnia [The need to form an analytical system of corporate governance]. *Instytut bukhhalterskoho obliku, kontrol ta analiz v umovakh hlobalizatsii*, no. 1, pp. 79–88.
7. Zakon Ukrainy Pro alternatyvni dzherela enerhii [Law of Ukraine On Alternative Energy Sources]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text>
8. Ofitsiyniy sait Derzhavnoho ahentstva z enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennia Ukrainy [Official site of the State Agency for Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine]. Available at: <https://sae.gov.ua/uk/news/4087>
9. Natsionalnyi plan dii z vidnovliuvanoi enerhetyky na period do 2020 roku [National Renewable Energy Action Plan until 2020]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80#Text>
10. Natsionalnyi plan dii z vidnovliuvanoi enerhetyky na period do 2030 roku [National Renewable Energy Action Plan until 2030]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-%D1%80#Text>
11. Negash S., Gray P. (2008) Business intelligence. In *Handbook on decision support systems*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 175–193. DOI: <https://doi.org/10.17705/1CAIS.01315>
12. Tableau analytical platform. Available at: <https://www.tableau.com/>
13. Ofitsiyniy sait Natsionalnoi komisii, shcho zdiisniuie derzhavne rehuliuвання u sferakh enerhetyky ta komunalnykh posluh [Official site of the National Commission for State Regulation of Energy and Utilities]. Available at: <https://www.nerc.gov.ua/sferi-diyalnosti/elektroenergiya/energetichni-pidpriyemstva/statistichna-informaciya-shcho-do-obyektiv-alternativnoyi-elektroenergetiki-yakim-vstanovleno-zelenij-tarif>
14. Energy Map. Production of "green" energy in terms of facilities and the size of "green" tariffs. Available at: <https://map.ua-energy.org/uk/resources/990b4e24-83ad-4f4e-9a0f-e9f5b01f6051/>
15. Servis dlia analizu pidpriyemstv Youcontrol [Youcontrol Enterprise Analysis Service]. Available at: <https://youcontrol.com.ua/>