

Дослідження впливу повномасштабного вторгнення на економічні показники енергетичного сектору України

Ванькович Л. Я.¹, Ямщиков І. І.²

Опубліковано	Секція	УДК
17.07.2023	Економіка	323:355.4.01:620.9

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8163301>

Ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

Анотація. Використовуючи дані з різних джерел, включаючи урядові веб-сайти, ЗМІ та міжнародні енергетичні організації, досліджено вплив повномасштабного вторгнення на ключові економічні показники та енергетичної інфраструктури. На додаток до оцінки поточного стану енергетичного сектору, у статті використовуються моделі машинного навчання та відкриті дані для створення прогнозів на майбутні періоди, пропонуючи цінну інформацію про потенційні тенденції та зміни попиту на енергію та її виробництво. Дослідження також висвітлює виклики та можливості, з якими стикається енергетична інфраструктура України після вторгнення. Щоб вирішити проблеми, визначені в аналізі, автори надають пропозиції щодо можливого вирішення наголошуючи на важливості стратегічних інвестицій у відновлювану енергетику та міжнародне співробітництво для підтримки енергетичної безпеки та економічного зростання України.

Ключові слова: економічні показники, енергетичний сектор, енергетична безпека, прогнозування, моделі машинного навчання, метод train_test_split

Investigation of the influence of full-scale invasion on economical metrics of the energy industry of Ukraine

Annotation. The energy sector plays a crucial role in the development and sustainability of any country's economy. It forms the foundation of a country's infrastructure, promoting industrial growth, and ensuring citizens' well-being. In Ukraine, the energy sector is one of the driving forces of economic progress with its diverse energy sources, advanced technologies, and strategic geographical location. The events of the past year have posed a threat to the stability and security of this vital sector. The full-scale invasion of Ukraine by Russia had profound consequences for its energy sector, inflicting significant damage. These events urge a critical evaluation of the economic indicators that underpin the country's energy infrastructure. This article aims to investigate the impact of the invasion on various aspects of the energy sector, from production capacities to energy distribution, as well as potential long-term consequences for the economy.

Using data from various sources, including government websites, media outlets, and international energy organizations, the impact of the full-scale invasion on key economic

¹ Ванькович Л. Я., кандидат економічних наук, доцент, кафедра менеджменту і міжнародного підприємництва, НУ «Львівська політехніка», <https://orcid.org/0000-0001-8776-8511>

² Ямщиков І.І., студент кафедри менеджменту і міжнародного підприємництва, НУ «Львівська політехніка», <https://orcid.org/0009-0005-7366-8129>

indicators and energy infrastructure is examined. In addition to assessing the current state of the energy sector, the article utilizes machine learning models and open data to create forecasts for future periods, providing valuable insights into potential trends and changes in energy demand and production. The research also highlights the challenges and opportunities faced by Ukraine's energy infrastructure post-invasion. To address the issues identified in the analysis, the authors propose solutions, emphasizing the importance of strategic investments in renewable energy and international cooperation to support Ukraine's energy security and economic growth.

Keywords: economic indicators, energy sector, energy security, forecasting, machine learning models, train_test_split method.

Вступ

Енергетичний сектор відіграє ключову роль у розвитку та сталості економіки будь-якої країни. Він утворює основу інфраструктури країни, сприяючи промислому зростанню та забезпечуючи добробут громадян. В Україні енергетичний сектор є одним з двигунів економічного прогресу з його різноманітними джерелами енергії, передовими технологіями та стратегічним географічним розташуванням. Події минулого року поставили під загрозу стабільність і безпеку цього життєво важливого сектору. Повномасштабне вторгнення росії в Україну мало глибокі наслідки для її енергетичного сектору. Було завдано величезної шкоди, ці події спонукають критично оцінити економічні показники, які лежать в основі енергетичної інфраструктури країни. Ця стаття спрямована на дослідження впливу вторгнення на різні аспекти енергетичного сектору, від виробничих потужностей до розподілу енергії, а також потенційні довгострокові наслідки для економіки.

Україна є ключовою країною для Європейської та світової енергетичної безпеки. Вторгнення росії в Україну змусило її докорінно змінити свою минулу залежність від імпорту енергоносіїв з росії. Оскільки вторгнення триває, Україна зосереджена на відстеженні масштабних збоїв у постачанні електроенергії та активно працює над відновленням електроенергії та опалення для цивільного населення. Враховуючи політичні та економічні процеси, що відбуваються в Україні існує необхідність постійного контролю економічних та інших показників в межах енергетичного сектору, імпорту, експорту енергоносіїв та попиту на їх використання, для вирішення проблем, що постали перед державою в межах діяльності енергетичної промисловості.

Аналіз останніх досліджень. Дослідження кризи зумовленої повномасштабним вторгненням росії в Україну проводилось багатьма науковцями, зокрема Дмитро Васильович Різнюк досліджував особливості залучення інвестицій до України, після повномасштабного вторгнення [1]. Серед зарубіжних вчених Велсі Бунгу та Алхоніта Ятіє досліджували вплив на прибутковість фондового ринку [2]. Проте додаткового дослідження потребує вплив на економічні показники так енергетичний сектор України.

Метою статті є дослідження впливу вторгнення на ключові показники енергетичного сектору, такі як попит і виробництво енергоносіїв. Для досягнення цієї мети проведемо ретельний аналіз відкритих даних з різних джерел, включаючи урядові веб-сайти, засоби масової інформації та дані міжнародних організацій. Це комплексне дослідження дасть цінну інформацію про вплив вторгнення на енергетичний сектор і дозволить краще розуміти можливості, потреби та виклики, що постали перед ним.

Результати

Українська енергосистема, ще з часів СРСР була тісно пов'язана з енергосистемами росії та білорусі. 24 лютого 2022 року всього за декілька годин до початку повномасштабного вторгнення, енергосистема України вийшла в запланований ізолюваний режим роботи, це відбулось в межах підготовки до інтеграції з ENTSO-E. Це означало, що Україна вже стала членом Європейського Союзу на енергетичній карті світу.

Очевидно, однією з цілей повномасштабного вторгнення росіян було прагнення зірвати цю синхронізацію з ENTSO-E. Та попри всі намагання ворогів українська енергосистема вистояла. Було заплановано працювати в ізолюваному режимі лише 3 дні, але ми працювали в сім разів довше. Незавжаючи на захоплення військовими рф Запорізької АЕС, Каховської ГЕС, руйнування Охтирської ТЕЦ і постійні обстріли енергетичної інфраструктури, було проведено 21 день ізолюваної роботи, це довело нашим європейським партнерам надійність та стійкість нашої енергосистема.

Саме це дало нам можливість 16 березня 2022 року провести одну з ключових подій для енергетики України: національна енергосистема об'єдналася з європейською мережею операторів системи передачі електроенергії ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity). Крім цього це сталось на рік раніше аніж було заплановано на початку.

30 червня 2022 розпочався перший експорт електроенергії з України до Європи після синхронізації. Українська електроенергія постачалась в Румунію та Словаччину (по 125 МВт). Враховуючи вплив на європейську енергосистему та результати щомісячної оцінки ENTSO-E, обсяги експорту поступово збільшувалися і вже з 30 липня експорт зріс в 2.5 рази від початкового. Близько 210 МВт Україна експортувала в Польщу. Ще 200 МВт було експортовано у Молдову.

Зрозуміло, що такі події були не до вподоби для керівництва країни агресора, та ймовірно були важливим фактором при прийнятті рішення щодо масованих обстрілів критичної інфраструктури Україна, включаючи важливі елементи енергетичного сектору. [3]

Врог завдав більше 20 масованих ракетних обстрілів, велика частина з яких прийшла на енергетичну інфраструктуру країни, та спричинила неабиякої шкоди.

Вже 10 жовтня 2022 міністерство енергетики України повідомило про зупинку експорту електроенергії, та вже 11 жовтня 2022 року Україна була змушеною піти на зупинку експорту електроенергії задля стабілізації власної енергосистеми. [4].

Для того щоб показати масштаб втрат для енергетичного сектору України, розглянемо статистичні історичні дані, які відображають об'єми виробництва та попиту на електроенергію на початок 2015 року.

Таблиця 1

Динаміка основних показників попиту та вироблення електроенергії в Україні на початок 2015 р., одиниця вимірювання ГВт

Дата	Вугільна	Гідро	Атомна	Природний газ	Виробництво	Попит
2015-01-01	9,3865	0,4136	11,0392	2,049	22,8886	20,6890
2015-01-31	6,9324	0,5327	11,7000	1,6030	20,7682	19,3371
2015-02-01	6,5282	0,4697	11,7030	1,5817	20,2827	18,7217
2015-02-28	6,6489	0,7447	10,4532	1,0942	18,9412	18,5367
2015-03-31	7,5005	0,5470	9,8615	1,0433	18,9524	18,9299

Джерело даних таблиці Міжнародна енергетична агенція за даними Укренерго: [5]

Таблиця 2

Динаміка основних показників попиту та вироблення електроенергії в Україні на початок 2022 р., одиниця вимірювання ГВт

Дата	Вугільна	Гідро	Атомна	Природний газ	Виробництво	Попит
2022-01-01	2,7944	0,1116	12,1206	1,1852	16,2119	17,5014
2022-01-31	3,8700	0,5557	13,2110	1,3602	18,9900	20,2583
2022-02-01	3,6682	0,8004	13,2062	1,3145	18,9895	20,2064
2022-02-28	3,1615	1,3292	7,1565	0,9006	12,5480	12,7317
2022-03-31	2,2318	1,65797	6,0423	0,8745	10,8066	11,0134

Джерело даних таблиці Міжнародна енергетична агенція за даними Укренерго: [5]

Через російське вторгнення, Україна втратила близько 10 ГВт потужностей різних видів генерації, 6 ГВт з яких – Запорізька АЕС. Крім близько чверті встановленої потужності відновлювальних джерел енергії розташовані на окупованих територіях, зокрема 75% вітроелектростанцій та до 15% об'єктів сонячної енергетики. Такі дані подає ресурс gmk.center в одній з своїх новин [6].

Таблиця 3

Динаміка зниження виробництва та споживання електроенергії за відповідні періоди 2015 і 2022 рр., одиниця вимірювання ГВт

Вугільна	Гідро	Атомна	Природний газ	Виробництво	Попит
-6,5921	-0,302	1,0814	-0,8638	-6,6767	-3,1876
-3,0624	0,023	1,511	-0,2428	-1,7782	0,9212
-2,86	0,3307	1,5032	-0,2672	-1,2932	1,4847
-3,4874	0,5845	-3,2967	-0,1936	-6,3932	-5,805
-5,2687	1,11097	-3,8192	-0,1688	-8,1458	-7,9165

З наведених даних очевидні зміни показників в негативну, деякі з них зменшили ледь не в половину. Зміна попиту ймовірно зумовлена зупинкою чи неможливістю роботи великої кількості підприємств також потрібно враховувати, що знеструмлені населені пункти, та інші споживачі, які не можуть отримати послуг ймовірно теж відображаються цим показником. Варто також зауважити, що джерела даних Міжнародної енергетичної агенції також містять показники відновлюваних джерел енергії, таких як, вітрові станції, сонячні станції та інші, проте дані про обсяги виробництва для цих енергоносіїв практично відсутні, що унеможлиблює проведення аналізу по цим показникам.

Згідно звіту Міжнародного валютного фонду - одним з важливих завдань є моніторинг пошкоджень критичної інфраструктури, важлива увага повинна приділятися оцінці пошкоджень, ремонту і забезпеченню належного рівня надання послуг. Комісією з регулювання енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) розглядалась передача Підвищення тарифів Системного оператора (TSO), що могло забезпечити додаткові ресурси Укренерго. Міжнародний валютний фонд повідомляв про готовність забезпечити відповідну фінансову підтримку для Укренерго, про це

йшлося у звіті по країнам Міжнародного валютного фонду, який був опублікований 21 грудня 2022 р. [7]

Це безумовно вказує на важливість енергетичної безпеки України, та рівень підтримки від міжнародних партнерів, а також про потребу подальшої інтеграції з Європейським союзом для покращення економічного стану не лише в енергетичному секторі, а й в інших сферах також.

Згідно даних наведених Міністерством енергетики України станом на 9 жовтня 2022р.

Знеструмленими залишаються 1283 населені пункти, загалом близько 713,2 тисячі споживачів. Зокрема, в Донецькій області – близько 372,5 тисяч, Харківській – 133,9 тисяч, Луганській – понад 128 тисяч споживачів. Без газопостачання – близько 264,8 тисячі абонентів. [8]

Протягом 2022 року було проведено безліч відновлювальних робіт для того щоб відновити енергосистему України.

Вже станом на 07 квітня 2023 Міністр енергетики України Герман Галущенко підписав розпорядчий документ, що дозволяє розпочати процес відновлення експорту електроенергії в умовах профіциту генеруючої потужності, що безумовно свідчить про позитивну динаміку відновлення енергетичної системи України, а відтак і покращення економічних показників за рахунок експортування електроенергії. [9]

Також 29 березня 2023 набув чинності новий енергетичний договір про аварійну підтримку українського оператора системи передачі електроенергії (TSO) Укренерго. Ця енергетична угода встановлює можливість для Укренерго запитувати, а для відповідних операторів ГТС континентальної Європи – пропонувати аварійну підтримку у разі серйозних збоїв у виробництві або транспортуванні, або у випадку значного раптового дисбалансу між виробництвом і попитом в Україні. Також ENTSO-E ухвалила рішення про подальше збільшення можливостей імпорту електроенергії із України до 850 МВт з попередніх 700 МВт, про це йдеться в прес релізі опублікованому на офіційному сайті ENTSO-E [10].

Використовуючи відкриті дані Міжнародного енергетичного агентства [5], використаємо лінійну регресійну модель (Ridge regression), також відому, як регуляризація L2, а також програмний код написаний мовою python з використанням бібліотеки scikit-learn [11], побудуємо прогнозування економічних показників виробництва та попиту на електроенергію починаючи від 2023, використовуючи квартальний крок до кінця 2025 р.

Отже для проведення дослідження використаємо відкриті дані Міжнародної енергетичної агенції починаючи з 2015 року, для аналізу ми переформатовували наведені дані у csv формат, для подальшого зчитування їх в межах програми реалізованої засобами мови програмування python:

Метод `train_test_split`, розподілить надані дані для тренування і верифікації моделі для прогнозування.

Наступним кроком створимо необхідну на модель та розпочнемо її тренування:

```
model = Ridge()  
model.fit(X_train, y_train)
```

Отримавши натреновану модель, використаємо її для створення прогнозу на майбутній період, це реалізується наступною частною програмного коду:

```

future_dates = pd.date_range(start='2023-01-01', end='2025-12-31',
freq='Q')
predictions = []
for date in future_dates:
    year, month, day = date.year, date.month, date.day
    prediction = model.predict([[year, month, day]])
    predictions.append((date.strftime('%Y-%m-%d'), prediction[0]))

```

Оскільки лінійно регресійна модель не може враховувати особливі фактори, таких як війна, що породжують негативну тенденцію економічних показників енергетичного сектору, то ми повинні застосувати коригуючий фактор. Обчислення коретного значення коригуючого фактору є складним завданням, яке вимагатиме аналізу великої кількості даних пов'язаних з історією зростання чи спадання економічних показників країн, які перебувають у стані війни, а також показників до її початку та після закінчення. Тому для проведення спрощеного експерименту ми натомість скористаємось простим методом коригування та визначимо корегуючий фактор як константу з малим значення коригування. Застосування коригуючого фактору впливає на вихідний показник наступним чином - якщо значення коригуючого фактору рівне 1, результат не зміниться, якщо ж значення буде більше 1, то ми отримуватимемо збільшений прогнозований результат, аналогічно, з застосуванням фактору меншого ніж 1, прогнозований результат зменшуватиметься. В найкращому варіанті коригуючий фактор повинен обчислюватись окремо для кожного прогнозованого значення з урахуванням багатьох чинників.

Отже, оскільки ми знаємо, що протягом 2022 року було проведено велику кількість відновлювальних робіт, а також враховуючи відновлення експорту електроенергії, що безумовно вказує на те, що завданої шкоди були зменшено, для даного експерименту ми приймемо ці позитивні зміни за умовну константу 0.1 та застосуємо позитивний коригуючий фактор з значенням 1.1.

Таблиця 4

Прогнозування показників енергетичного сектору України 2023- 2025 р. без використання коригуючого фактору. Одиниця вимірювання ГВт

Дата	Попит лінійна	Виробництво	Вугілля	Гідро	Атомна	Природний газ
2023-03-31	14,6997	13,7574	2,7921	1,0738	8,5975	1,2938
2023-06-30	14,5501	13,5398	2,9336	0,9832	8,4192	1,2036
2023-09-30	14,407	13,3279	3,0794	0,8936	8,2408	1,114
2023-12-31	14,2703	13,1218	3,2294	0,8051	8,0622	1,0248
2024-03-31	14,3516	13,1668	2,3277	1,1089	8,404	1,326
2024-06-30	14,202	12,9491	2,4692	1,0183	8,2257	1,2358
2024-09-30	14,0589	12,7372	2,615	0,9287	8,0472	1,1462
2024-12-31	13,9222	12,5311	2,7651	0,8402	7,8687	1,057
2025-03-31	14,0035	12,5762	1,8634	1,144	8,2104	1,3583
2025-06-30	13,854	12,3585	2,1948	1,0533	8,0321	1,2681
2025-09-30	13,7108	12,1466	2,1506	0,9638	7,8537	1,1784
2025-12-31	13,5741	11,9405	2,3007	0,8753	7,6751	1,0892

Отже, побудувавши прогнозовані значення за допомогою лінійно регресійної моделі можемо побачити швидке зростання показників на початку з не значним спадом ближче до кінця прогнозованого періоду. Варто також зауважити, даних для прогнозування виробництва електроенергії з використання вітрових, сонячних електростанцій та інших джерел відновлюваної енергії недостатньо, тому вони не включені в таблиці прогнозування, хоч безумовно матимуть великий вплив на кінцеві результати виробництва.

Наступним кроком є проведення додаткового експерименту прогнозування показників з використанням коригуючого фактору для отримання більш точних результатів.

Застосування коригуючого фактору призвело до зростання значень показників, що повинно відображати можливі майбутні значення більш наближено до реальних показників.

Варто також зауважити, що в дослідженні не були враховані такі фактори як деокупація територій, відновлення контролю над Запорізькою АЕС. Ці складові є частинами рівняння для визначення значення точного коригуючого фактору і потребують подальшого дослідження, та безумовно матимуть позитивний вплив на значення показників.

Таблиця 5

Прогнозування показників енергетичного сектору України 2023-2025 рр. з використання коригуючого фактору, а саме константи з значенням 1.1. Одиниця вимірювання ГВт

Дата	Попит	Виробництво	Вугілля	Гідро	Атомна	Природний Газ
2023-03-31	16,1697	15,1332	3,0713	1,1812	9,4573	1,4232
2023-06-30	16,0051	14,8937	3,2269	1,0815	9,2611	1,324
2023-09-30	15,8477	14,6607	3,3873	0,983	9,0649	1,2254
2023-12-31	15,6973	14,4339	3,5524	0,8856	8,8684	1,1273
2024-03-31	15,7868	14,4835	2,5605	1,2198	9,2444	1,4587
2024-06-30	15,6222	14,244	2,7161	1,1201	9,0482	1,3594
2024-09-30	15,4648	14,011	2,8765	1,0216	8,852	1,2608
2024-12-31	15,3144	13,7842	3,0416	0,9242	8,6555	1,1627
2025-03-31	15,4039	13,8338	2,0497	1,2584	9,0315	1,4941
2025-06-30	15,2394	13,5944	2,2053	1,1587	8,8353	1,3949
2025-09-30	15,0819	13,3613	2,3657	1,0602	8,6391	1,2962
2025-12-31	14,9315	13,1346	2,5308	0,9628	8,4427	1,1982

Оскільки для дослідження були використані дані починаючи з 01 січня 2015 р. і до 24 жовтня 2022 р., а також враховуючи той факт, що показники до 24 лютого 2022 були значно переважно вищими, то аналізуючи дані обох таблиць можемо сказати, що навіть незважаючи на різкий спад показників після початку повномасштабного вторгнення та спадаючу тенденцію показників існує позитивна динаміка в показниках виробництва та попиту на електроенергію, це зрозуміло з результатів прогнозу лінійно регресійної

моделі, де ми бачимо вищі показники ніж за попередній період. Таким чином, навіть якщо прогнозовані значення не збігатимуться з реальними показниками у майбутньому через ті чи інші фактори, ми можемо вважати дослідження успішним, оскільки воно показує позитивну динаміку, що також означає відновлення енергетичного сектору.

Висновки

Провівши комплексний аналіз впливу повномасштабного вторгнення на енергетичний сектор України, спираючись на численні джерела, такі як урядові інтернет ресурси, засоби масової інформації та дані міжнародних організацій ми дослідили наслідки атак енергетичного сектору України, вплив на економічні показники та потенційні довгострокові наслідки для економіки країни.

Одним з важливих висновків аналізу є важливість розвитку відновлюваних джерел енергії. Аналізуючи дані ми побачили, що в більшості для України відсутня статистика генерації електроенергії з використанням відновлювальних джерел. Ми переконані, що такі заходи, як лобіювання зеленого тарифу, та стимулювання громадськості та підприємств до впровадження та використання сонячних, вітрових станцій може суттєво розвантажити енергетичну систему, мінімізувати потребу імпорту електроенергії, чи навіть в перспективі надати можливість накопичення та використання накопиченої енергії для експорту в інші країни.

Об червня 2023 росія знищила греблю на Каховській ГЕС. В даній статті не враховувалась наслідки цієї катастрофи при дослідженні показників, адже на даний момент оцінити всі наслідки руйнування та вплив на енергетику України є дуже складним завданням, через брак повної інформації. Каховська ГЕС була критично важливим енергетичним об'єктом України з загальною потужністю близько 855 МВт, руйнування зазнало також і Каховське водосховище, що матиме непоправний вплив як на енергетику так і на екологію, господарську діяльність та інші сфери життєдіяльності як прилеглих територій так і України в цілому.

Провівши дослідження показників ми показали позитивну динаміку відновлення енергетичного сектору. Завдяки застосуванню моделей та засобів машинного навчання з використанням відкритих даних Міжнародного енергетичного агентства було розроблено код комп'ютерної програми для прогнозування зміни показників на майбутній період. В ході розробки ми виявили важливість застосування коригуючого фактору для покращення прогнозованих результатів. Методом емпіричного дослідження було показано важливість правильного розрахунку коригуючого фактору для коректного прогнозування показників на майбутні періоди.

Також потрібно відзначити, що такі заходи як Синхронізація з ENTSO-E посилили б енергетичну безпеку України і всього регіону. Українська електроенергія може допомогти Європі позбутися залежності від російських енергоносіїв, наприклад зменшивши використання газу в виробництві електроенергії.

Список використаних джерел

1. Yatié, A., & Boungou, W. (2022). The impact of the Ukraine–Russia war on world stock market returns. *Economics Letters*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2022.110516>.
2. Різник, Д. В. (2023). Інвестиційна Діяльність в Україні після повномасштабного вторгнення в Україну. *Економіка Та Суспільство*. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-48-60>.
3. Міністерство енергетики України. (б.д.). *Інтеграція у європейську електромережу ENTSO-E*. Взято 16 червня 2023 з <https://mev.gov.ua/reforma/intehratsiya-u-yeuropeysku-elektromerezh-u-entso-e>.

4. Міністерство енергетики України. (б.д.). *Україна припиняє експорт електроенергії через російські ракетні обстріли енергетичних об'єктів*. Взято 16 червня 2023 з <https://www.mev.gov.ua/novyna/ukrayina-prypynyaye-eksport-elektroenerhiyi-cherez-rosiyski-raketni-obstrily-enerhetychnykh>.
5. Міжнародна енергетична агенція IEA. (б.д.). *Ukraine Real-Time Electricity Data Explorer*. Взято 16 червня 2023 з <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/ukraine-real-time-electricity-data-explorer>.
6. GMK Center. (б.д.). *Загальне виробництво електроенергії в Україні за 2022 рік*. Взято 16 червня 2023 з <https://gmk.center/ua/news/metalurgi-ukraini-u-2022-roci-skorotili-spozhyvannya-elektroenergii-na-52-r-r/>.
7. Міжнародний валютний фонд. (б.д.). *IMF Staff Country Reports*. Взято 16 червня 2023 з <https://www.imf.org/en/Publications/CR/Issues/2022/12/21/Ukraine-Program-Monitoring-with-Board-Involvement-Press-Release-Staff-Report-and-Statement-527288>.
8. Міністерство енергетики України. (б.д.). *Робота енергосистеми України*. Взято 16 червня 2023 з <https://mev.gov.ua/statystychna-informatsiya/roboata-enerhosystemy-ukrayiny-na-9-zhovtnya-2022-roku>.
9. Міністерство енергетики України. (б.д.). *Україна відновлює експорт електроенергії*. Взято 16 червня 2023 з <https://mev.gov.ua/novyna/ukrayina-vidnovlyuye-eksport-elektroenerhiyi>.
10. ENTSO-E. (2023, 29 березня). *Прес реліз ENTSO-E щодо України*. Взято 17 червня 2023 з [https://www.entsoe.eu/news/2023/03/29/press-release-entso-e-announces-further-support-to-ukraine-through-a-new-agreement-on-emergency-energy-assistance-and-increased-electricity-trading-capacity/..](https://www.entsoe.eu/news/2023/03/29/press-release-entso-e-announces-further-support-to-ukraine-through-a-new-agreement-on-emergency-energy-assistance-and-increased-electricity-trading-capacity/)
11. scikit-learn. (б.д.). *scikit-learn* бібліотека для машинного навчання для мови програмування *python*. Взято 19 червня 2023 з <https://scikit-learn.org/stable/index.html>.