

Державний торговельно-економічний університет

Кафедра цифрової економіки та системного аналізу

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Системний аналіз виробництва електроенергії у світі різними технологічними способами»

Студента 4 курсу, 11 групи,
першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти
спеціальності
124 «Системний аналіз»
освітньої програми
«Інформаційні технології та
бізнес-аналітика (Data Science)»

підпис студента

Полякова Миколи
Миколайовича

Науковий керівник
доктор фізико-математичних
наук, професор

підпис керівника

Гамалій Володимир
Федорович

Гарант освітньої програми
кандидат економічних наук,
доцент

підпис гаранта

Кулаженко Володимир
Валерійович

Київ 2023

Державний торговельно-економічний університет

Факультет інформаційних технологій
Кафедра цифрової економіки та системного аналізу
Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 124 «Системний аналіз»
Освітня програма «Інформаційні технології та бізнес-аналітика (Data Science)»

Затверджую

Зав. кафедри _____ Роскладка А.А.
«15» грудня 2022 р.

**Завдання
на випускну кваліфікаційну роботу студенту**

Полякову Миколі Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема випускної кваліфікаційної роботи
«Системний аналіз виробництва електроенергії у світі різними технологічними способами»

Затверджена наказом ДТЕУ від «09» грудня 2022 р. № 3333

2. Строк здачі студентом закінченої роботи «09» червня 2023 року

3. Цільова установка та вихідні дані до роботи

Мета роботи в аналізі світового виробництва електроенергії

Об'єктом дослідження є світовий ринок виробництва електроенергії

Предметом дослідження є аналітичні дані з виробництва електроенергії у світі з 2000 по 2020

4. Зміст випускної кваліфікаційної роботи (перелік питань за кожним розділом)

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ

1.1. Основні положення Data Mining

1.2. Основні задачі аналізу даних

1.3. Огляд існуючих аналітичних платформ, які можуть бути використані для аналізу даних і побудови аналітичних звітів

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СВІТІ

2.1. Загальний огляд виробництва електроенергії

2.2. Аналіз виробництва електроенергії в світі

РОЗДІЛ 3. ПОБУДОВА АНАЛІТИЧНОГО ЗВІТУ ЗАСОБАМИ POWER BI

3.1. Платформа використана в створенні аналітичного звіту

3.2. Побудова аналітичного звіту

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ



5. Календарний план виконання роботи

№ пор.	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
		за планом	фактично
1	2	3	4
1	<i>Вибір теми випускної кваліфікаційної роботи</i>	01.12.2022	01.12.2022
2	<i>Розробка та затвердження завдання на випускню кваліфікаційну роботу</i>	15.12.2022	15.12.2022
3	<i>Вступ</i>	01.02.2023	
4	<i>Розділ 1. Основні положення аналізу даних</i>	13.03.2023	
5	<i>Розділ 2. Аналіз виробництва електроенергії в світі</i>	24.04.2023	
6	<i>Розділ 3. Побудова аналітичного звіту засобами Power BI</i>	01.05.2023	
7	<i>Висновки та пропозиції</i>	08.05.2023	
8	<i>Здача випускної кваліфікаційної роботи на кафедру науковому керівнику</i>	22.05.2023	
9	<i>Попередній захист випускної кваліфікаційної роботи</i>	30.05.2023	
10	<i>Виправлення зауважень, зовнішнє рецензування випускної кваліфікаційної роботи</i>	06.06.2023	
11	<i>Представлення готової зшитої випускної кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	09.06.2023	
12	<i>Публічний захист випускної кваліфікаційної роботи</i>	За розкладом роботи ЕК	

6. Дата видачі завдання «15» грудня 2022 р.

7. Науковий керівник випускної кваліфікаційної роботи

(підпис)

Гамалій В. Ф.

(прізвище, ініціали)

8. Гарант освітньої програми

(підпис)

Кулаженко В. В.

(прізвище, ініціали)

9. Завдання прийняв до виконання студент

(підпис)

Поляков М. М.

(прізвище, ініціали)

10. Відгук наукового керівника випускної кваліфікаційної роботи

Науковий керівник випускної кваліфікаційної роботи _____
(підпис) (дата)

Відмітка про попередній захист _____ 29.05.2023 р.
(підписи членів комісії попереднього захисту) (дата)

11. Висновок про випускну кваліфікаційну роботу

Випускна кваліфікаційна робота студента Поляков М. М.
(прізвище, ініціали)
може бути допущена до захисту в екзаменаційній комісії.

Гарант освітньої програми _____ Кулаженко В.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Завідувач кафедри _____ Роскладка А.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » 2023

Анотація

В даній випускній кваліфікаційній роботі проведено дослідження виробництва електроенергії в світі різними технологічними способами. Було обґрунтовано важливість візуального представлення даних для глибшого розуміння та аналізу такої складної сфери як виробництво електроенергії. Було розглянуто основні положення аналізу даних, зокрема етапи проведення аналізу даних, задачі консолідації даних, передобробка даних; досліджено аналітичні платформи, їх особливості та можливості.

Ключові слова: виробництво електроенергії, аналіз даних, електроенергетика.

Annotation

In these final qualification papers, a study of the generation of electricity in the world by various technological methods was carried out. The importance of visual presentation of data for global analysis and analysis of such a storage area as electricity production was substantiated. The main provisions of data analysis were reviewed, in particular, the stages of data analysis, tasks of data consolidation, data processing; Analytical platforms, their special activity and opportunity are studied.

Keywords: electricity production, data analysis, electric power.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ	4
1.1. Основні положення Data Mining.....	4
1.2. Основні задачі аналізу даних	6
1.3. Огляд існуючих аналітичних платформ, які можуть бути використані для аналізу даних і побудови аналітичних звітів	7
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СВІТІ	12
2.1. Загальний огляд виробництва електроенергії в світі	12
2.2. Аналіз виробництва електроенергії в світі	21
РОЗДІЛ 3. ПОБУДОВА АНАЛІТИЧНОГО ЗВІТУ ЗАСОБАМИ POWER BI.....	36
3.1. Платформа використана в створенні аналітичного звіту.....	36
3.2. Побудова аналітичного звіту	37
ВИСНОВКИ.....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51

ВСТУП

Електроенергетика — це одна з найважливіших складових промисловості, яка забезпечує виробництво, транспортування й постачання електроенергії та тепла. Виробництво електроенергії впливає на розвиток усіх видів промислової діяльності та умов життя населення. Як важливий чинник розміщення підприємств та бізнесів залежить від розташування та потужності виробництва електроенергії в регіоні. У собівартості готової продукції високою є частка витрат на енергію, до регіонів з низькою ціною на електроенергію тяжіють виробники.

В Україні електроенергетика має особливе значення, адже на її території розташовано багато енергоємних підприємств, електрифікованих залізниць та міського електротранспорту.

Метою дипломної роботи є аналіз світового виробництва електроенергії.

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати наступні завдання:

1. Розглянути засоби аналізу даних.
2. Визначити основні платформи для аналізу даних.
3. Проаналізувати основні показники світового виробництва електроенергії.

Об'єктом даного дослідження є світовий ринок виробництва електроенергії.

Предметом є аналітичні дані з виробництва електроенергії у світі з 2000 по 2020 роки.

Розділ 1. Основні положення аналізу даних

1.1. Основні положення Data Mining

Data Mining (видобуток даних або майнінг даних) — це процес виявлення корисної інформації з великих обсягів даних, який використовується компаніями та підприємствами для перетворення необроблених великих даних у корисну для них інформацію. Основним завданням Data Mining даних є пошук зв'язків і закономірностей в даних, які допомагають вирішити поставлене завдання. Для цієї технології також використовується менш поширений термін «виявлення знань у даних» або KDD (виявлення знань у базах даних)[1].

Якщо термін «Big Data» стосується постійно зростаючих обсягів оброблених і необроблених даних, Data Mining — це процес глибокого опрацювання цих даних для отримання найкориснішої інформації.

Григорій Пясецький-Шапіро, автор терміну Data Mining, описує його як спосіб дослідження досі невідомих, нетривіальних, практично корисних і доступних знань, необхідних для прийняття рішень у різних сферах людської діяльності. визначення інтерпретації знань необроблених даних[2].

Термін описує процес виявлення раніше невідомих, потенційно корисних та інформативних знань із великих наборів даних Data Mining можна розглядати як процес знаходження прихованих зв'язків, закономірностей та шаблонів в даних шляхом використання статистичних та математичних алгоритмів. Зображення моделі схеми класифікує як бізнес повинен працювати з даними(рис.1.1).

Основні принципи та методи аналізу даних включають такі процеси[3]:

- Класифікація — це процес віднесення об'єктів до певних класів або категорій на основі їхніх властивостей.
- Кластеризація – це процес групування об'єктів на основі подібності їхніх характеристик.

- Асоціація – це процес визначення зв'язків і залежностей між різними змінними у ваших даних.
- Прогнозування - це процес передбачення майбутніх значень змінних на основі історичних даних.
- К-найближчий сусід (KNN) — це алгоритм, який класифікує дані на основі їх близькості до інших даних. В основі KNN лежить припущення, що точки даних, розташовані близько одна до одної, більш схожі одна на одну, ніж інші біти даних.
- Нейронні мережі — обробляють дані за допомогою вузлів. Ці вузли складаються з входів, ваг і виходу. Дані відображаються за допомогою навчання під наглядом, подібно до того, як людський мозок взаємопов'язаний.
- Прогнозний аналіз — прагне використовувати історичну інформацію для створення графічних або математичних моделей для прогнозування майбутніх результатів.

Одним із ключових аспектів Data Mining є використання різних методів та алгоритмів для виявлення знань в даних. До таких методів можуть належати: класифікація, кластеризація, асоціативне правило, аналіз регресії та багато інших[4].

Основні етапи для процесу Data Mining згідно з методологією CRISP базується на таких пунктах[13]:

1. Постановка задачі. Цей крок включає аналіз бізнес-вимог, визначення галузі проблеми, метрик, за якими виконуватиметься оцінка моделі, а також визначення завдань для проекту аналізу.
2. Підготовка даних: об'єднання та очищення. Ця робота включає не лише видалення непотрібних даних, а й пошук у них прихованих залежностей, визначення джерел найточніших даних та створення таблиці для аналізу.
3. Вивчення даних.

4. Побудова моделей.
5. Дослідження та перевірка моделей. Точність їх прогнозів можна перевірити з допомогою спеціальних коштів.
6. Розгортання та оновлення моделей. Коли модель запрацювала, її потрібно оновлювати в міру надходження нових даних, а потім виконувати їх повторну обробку

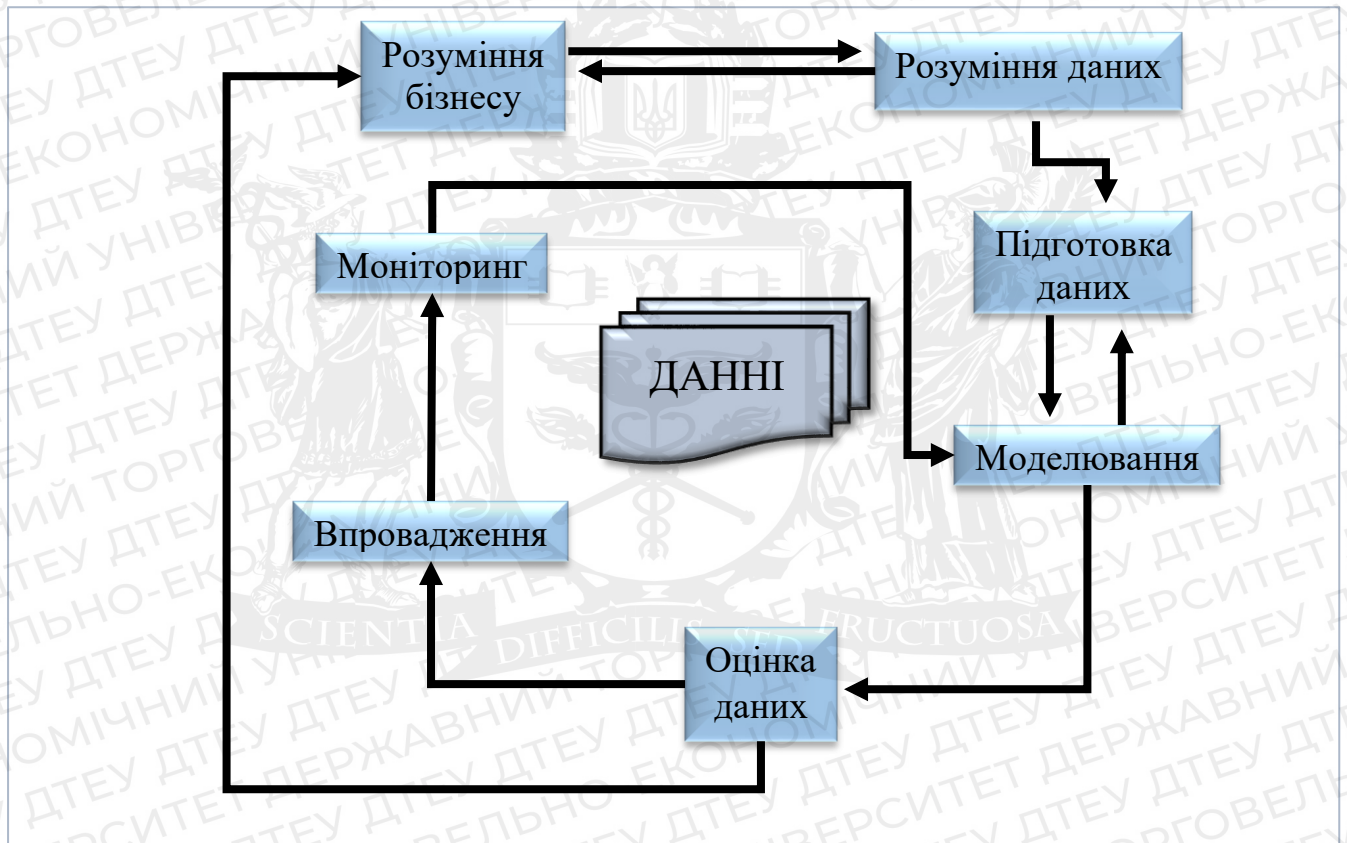


Рисунок 1.1 Життєвий цикл процесу Data Mining згідно з методологією CRISP

1.2. Основні задачі аналізу даних

Аналіз даних — це процес ідентифікації, інтерпретації та вивчення даних для вилучення корисної інформації та висновків, які допоможуть у прийнятті рішень. Цей процес включає різні методи та прийоми для виявлення та інтерпретації шаблонів, залежностей і тенденцій у даних. Основна мета аналізу даних — робити висновки та приймати рішення на основі фактів, що містяться в даних.

Аналіз даних можна використовувати в різних сферах, таких як бізнес, медицина, наука, державний сектор тощо.

Задачі, які може вирішити моделі аналізу даних застосовуються для:

- прогнозування: оцінка, передбачення на основі даних;
- оцінки ризиків та ймовірностей: прогнозування ризиків та прорахування ймовірностей тих чи інших подій на які вказують данні;
- надання рекомендації: визначення рекомендацій для покращення результату в майбутньому;
- пошук послідовностей: прогнозування подій на основі даних, які були здобуті в минулому;
- групування: поділ даних на кластери, аналіз та прогнозування загальних рис цих кластерів.

Технічні елементи аналізу даних включають такі етапи, як збір і підготовка даних, вибір методів і алгоритмів аналізу даних, аналіз результатів та інтерпретація знань. Збір і підготовка даних — це процес збору й обробки даних, включаючи перевірку й очищення даних на наявність неточностей і помилок.

Вибір методів і алгоритмів інтелектуального аналізу даних - це процес вибору оптимальних методів і алгоритмів для виявлення знань з даних.

Аналіз результатів та інтерпретація знань — це процес оцінки результатів, отриманих у результаті застосування методів інтелектуального аналізу даних, та їх інтерпретації.

1.3. Огляд існуючих аналітичних платформ, які можуть бути використані для аналізу даних і побудови аналітичних звітів

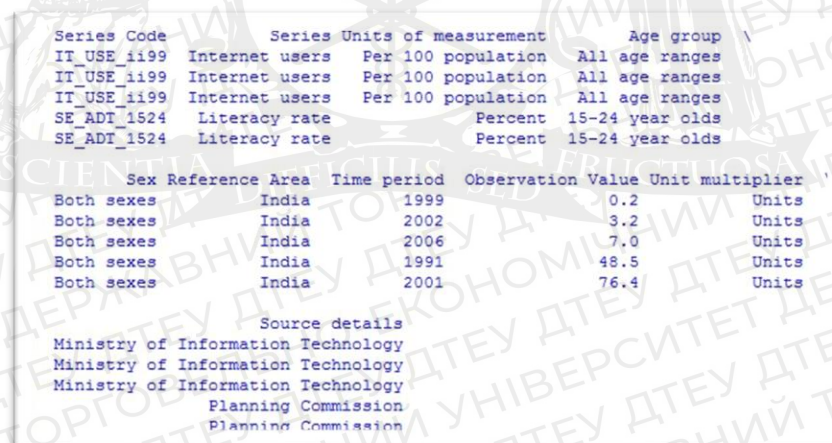
У сучасному світі з постійним розвитком інформаційних технологій з'являється все більше програмних засобів аналізу даних. При цьому програмні засоби можуть мати різні функції, а вибір конкретної платформи залежить від завдання, яке

необхідно вирішити. У цьому розділі описано деякі з найпопулярніших програм для аналізу даних, як-от Python, R, Power BI та Excel.

Огляд Python та R:

Python і R є найпопулярнішими інструментами для аналізу даних і машинного навчання. Це мови програмування з відкритим кодом. Це мови програмування, які широко використовуються в інтелектуальному аналізі даних і машинному навчанні.

Python — це мова програмування високого рівня з відкритим вихідним кодом, яку часто використовують технічні аналітики та науковці з даних(рис.1.3). Зараз вона має більше світових розробників, ніж Java, і має понад 200 000 доступних пакетів. Python може самостійно обробляти багато різних аналізів і може інтегруватися з пакетами сторонніх розробників для машинного навчання та візуалізації даних. Популярні пакети візуалізації даних включають Matplotlib, Plotly і Seaborn. Python також використовується як програмний інтерфейс для інших аналітичних систем.



Series Code	Series	Units of measurement	Age group
IT_USE_i199	Internet users	Per 100 population	All age ranges
IT_USE_i199	Internet users	Per 100 population	All age ranges
IT_USE_i199	Internet users	Per 100 population	All age ranges
SE_ADT_1524	Literacy rate	Percent	15-24 year olds
SE_ADT_1524	Literacy rate	Percent	15-24 year olds

Sex	Reference Area	Time period	Observation Value	Unit multiplier
Both sexes	India	1999	0.2	Units
Both sexes	India	2002	3.2	Units
Both sexes	India	2006	7.0	Units
Both sexes	India	1991	48.5	Units
Both sexes	India	2001	76.4	Units

Source details

- Ministry of Information Technology
- Ministry of Information Technology
- Ministry of Information Technology
- Planning Commission
- Planning Commission

Рисунок 1.2 Приклад роботи з даними в Python [5]

R — це мова програмування з відкритим вихідним кодом і обчислювальне середовище з акцентом на статистику та візуалізацію графічних даних(рис.1.2).

R містить численні графічні інструменти та понад 15 000 доступних пакетів із відкритим кодом, у тому числі багато для завантаження, маніпулювання, моделювання та візуалізації даних. Середовище дозволяє аналітикам, які володіють

навичками програмування, створювати майже будь-який тип аналізу даних, але користувачам без цих навичок програмування варто шукати в іншому місці.

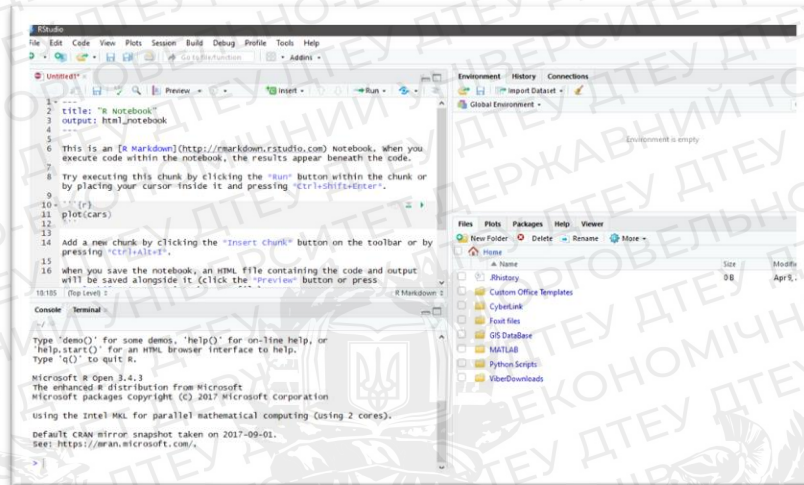


Рисунок 1.3 Приклад роботи з даними в R [6]

Python і R можна використовувати для різноманітних завдань, включаючи пошуковий аналіз даних, візуалізацію даних і створення моделей машинного навчання. Перевагою використання Python і R є їх гнучкість і розширюваність. Ці мови дозволяють користувачам писати власні функції та сценарії для аналізу даних і машинного навчання. Крім того, Python і R підтримують інтеграцію з іншими програмними засобами, що дозволяє використовувати їх у складних системах аналізу даних.

Power BI— це програмний засоби від Microsoft для аналізу даних і створення аналітичних звітів[7]. Power BI надає можливість об'єднувати дані з різних джерел і візуалізувати їх в інтерактивних звітах. Excel також надає можливості аналізу даних, включаючи функції та формули для обчислень, графіків і таблиць. Головна перевага звітів в Power BI – це можливість побудови інформаційних панелей з ключовими показниками діяльності компанії, з доступом до ним на будь-якому пристрої[8].

Виділяють основні функції, які виконує дана аналітична система:

1. Збір даних з різноманітних джерел. Power BI може підключатись та імпортувати всі види даних та оперувати ними комплексно як одним цілим.

2. Аналіз даних. Система «вміє» у декілька дотиків робити вибірку з бази даних, порівнювати інформацію за періодами, визначати поточний рівень показників, створювати сценарій та будувати прогнози.

3. Представлення даних усіма засобами візуалізації – водоспадні, воронкоподібні, каскадні, кругові, комбіновані діаграми, графіки, гістограми, датчики, спідометри і тощо.

4. Доступ через інтернет-браузер. В роботі з застосунком можливо використання будь-якого пристрою (ПК, планшет, смартфон), це суттєво розширює робочий простір. Співробітники компанії мають можливість працювати не тільки в офісі.

5. Інтерфейс, який можливо налаштувати під користувача.

6. Розмежування прав доступу. Це дуже важливий аспект, Power BI має можливість буквально повністю відображати структуру повноважень, яка існує в компанії.

Основний принцип роботи в Power BI базується на створенні інформаційних панелей на основі завантажених наборів даних, які можна одночасно використовувати в різних звітах, в одній області користувача та його візуалізації на декількох різних панелях моніторингу.

Звіт, що формується, є динамічним, це дозволяє з допомогою використання обраних фільтрів за декілька секунд змінювати його структуру за певним показником даних та візуалізувати його.

Power BI Desktop – це зручний та зрозумілий застосунок для завантаження, аналізу та візуалізації даних на dashboard-панелях, який дозволяє публікувати готові звіти на порталі Power BI. Він створювався як комплексний інструмент для бізнес-аналізу, що є інтегратором декількох компонентів, прототипом яких став MS Excel:

- Power Query (компонент для керування запитом);
- Мова сценаріїв DAX (вираження для аналізу даних)

- формульна функціональна мова запитів для побудови виражень та отримання даних.

Запит або вираження на мові DAX нагадує синтаксис формул Excel, в якому відбувається виклик тих або інших функцій, але, на відміну від Excel, він оперує цілими стовпцями таблиці даних, або їх частиною. Адресне звернення до даних в якій-небудь клітині таблиці даних засобами DAX неможливо, що зближує його з SQL та MDX

Програмний продукт Power BI Desktop можна встановлювати локально лише на один пристрій. При цьому весь функціонал використовується повністю безкоштовно. Звіт, створений з допомогою Power BI Desktop, зберігається в рбіх файлі, який інші користувачі зможуть змінювати на інших пристроях. Масив даних, який при цьому попередньо завантажений та проаналізований, буде відкритий для редагування іншим користувачам[9].

Power BI Services – це хмарний портал, що використовується для публікації dashboard-звітів та спільної роботи з ними(рис.1.4). Його функціонал дозволяє надавати публічний доступ до усіх звітів, налаштовувати політику конфіденційності, кожен звіт завантажувати у Microsoft Excel чи Power Point, вбудовувати звіт на сторінку сайту Sharepoint Office 365, створювати приватне посилання на звіт.

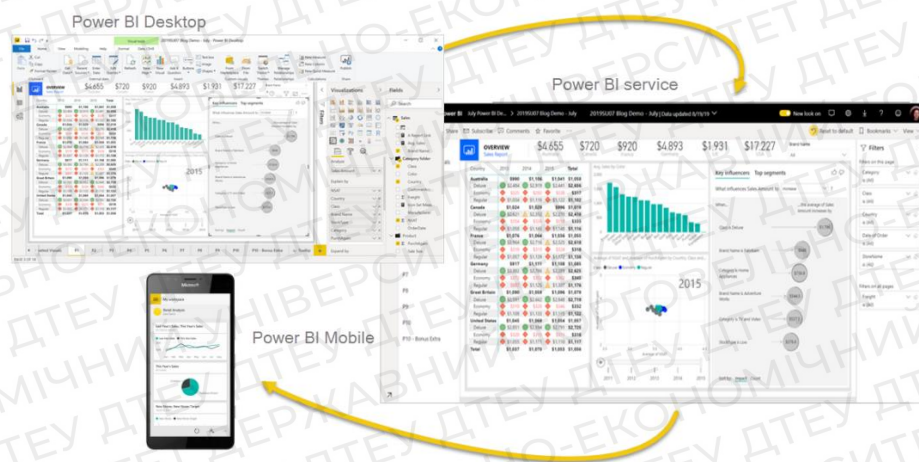


Рисунок 1.4 Демонстрація взаємодії Power BI Services [9].

Розділ 2. Аналіз виробництва електроенергії в світі

2.1. Загальний огляд виробництва електроенергії в світі

Виробництво електроенергії — це процес використання вугілля, нафти, природного газу, ядерного палива, енергії вітру, гідроенергії та інших джерел енергії для виробництва електроенергії. Із зростанням населення та економічним розвитком виробництво електроенергії у світі зростає з кожним роком.

Міжнародне енергетичне агентство пропонує три сценарії трансформації світової енергосистеми – базовий, амбітний та «Нульові викиди до 2050 року». Їхня реалізація цілком залежить від готовності урядів окремих країн реалізувати задекларовані попередньо цілі[10].

Так, усі три сценарії передбачають збільшення частки електроенергії в глобальному кінцевому споживанні. Але для базового сценарію ця частка становитиме 28% у 2050 році, для амбітного – 40%. А для реалізації плану «Нульові викиди до 2050 року» доля електроенергії має перевищувати 50%.

Водночас, людство ще не досягло пікового попиту на викопне паливо. У базовому сценарії очікується, що для вугілля пік настане після 2025 року, для нафти – у середині 2030-х років. А найоптимістичніший прогноз МЕА пророкує зниження частки викопного палива до двох третіх уже до кінця цього десятиліття.

Таким чином, викиди CO₂ досягнуть історичного максимуму 37 млрд тон у 2025 році. Після цього вони повинні почати знижуватися. І до 2050 року впадуть до 32 млрд тон.

Аби це стало можливим, світові інвестиції в відновлювані джерела енергії мають зрости з \$1,3 трлн у 2022 році до більш ніж \$2 трлн на рік до 2030 року у базовому сценарії. Амбітний сценарій передбачає втричі вищі інвестиції.

Окрему увагу автори звіту приділили ролі росії. Експерти МЕА переконані: росії не вдасться повернути експортний рівень енергоносіїв обсягу 2021 року. Передбачається, що її частка на світовому газовому ринку впаде з 30% у 2021 році до

15% у 2030 році в базовому сценарії і до 10% – в амбітному. Виручка від газового експорту зменшиться з \$75 млрд до менш ніж \$30 млрд в найбільш оптимістичному сценарії. Обсяг російської нафти зменшиться на 25% до 2030 року, а до 2050-го року – на 40%. Очікується, що експорт з росії буде заміщений близькосхідними постачальниками. Частина експорту відійде Північній Америці, яка вже до середини 2020-х обійде росію за часткою світового ринку. Сьогодні виробництво електроенергії є одним із найважливіших компонентів інфраструктури будь-якої країни, оскільки електроенергія використовується в усіх галузях економіки, включаючи промисловість, транспорт, житлово-комунальне господарство тощо.

Основними джерелами виробництва електроенергії на сьогодні є викопне паливо (вугілля, нафта, природний газ), атомна енергія та відновлювані джерела енергії (ВДЕ). Згідно з даними МЕА, найбільше виробництва електроенергії у 2021 році відбуватиметься з викопного палива (34,2%), потім йдуть ВДЕ (відновлювані джерела енергії) (29,3%) і атомна енергія (27,5%). Проте, динаміка зміни джерел виробництва електроенергії показує збільшення частки ВДЕ та зменшення частки копалинних видів палива.

Крім того, виробництво електроенергії пов'язане з проблемами забруднення навколишнього середовища та використанням невідновлюваних джерел енергії, таких як вугілля, нафта та природний газ. У зв'язку з цим більшість країн звертаються до альтернативних джерел енергії, таких як сонце, вітер, гідро та біомаса. Зокрема, відновлювана енергія включає сонячну енергію, енергію вітру, гідроенергію, енергію біомаси та геотермальну енергію. Розвиток відновлюваної енергетики є одним із найперспективніших напрямів розвитку енергетики, оскільки дає можливість зменшити залежність від викопного палива, ціни та кількість якого непередбачувані.

Якщо розглядати різні частини світу, то найбільшими виробниками електроенергії є Китай, США, Індія, Японія та Росія. До 2020 року виробництво електроенергії в Китаї становитиме 7,2 трлн кВт/год, що становитиме 26% світового

виробництва. США виробили 3,6 трлн кВт-год, Індія виробила 1,6 трлн кВт-год, Японія виробила 1 трлн кВт-год, а Росія виробила 0,9 трлн кВт-год (рис.2.1).

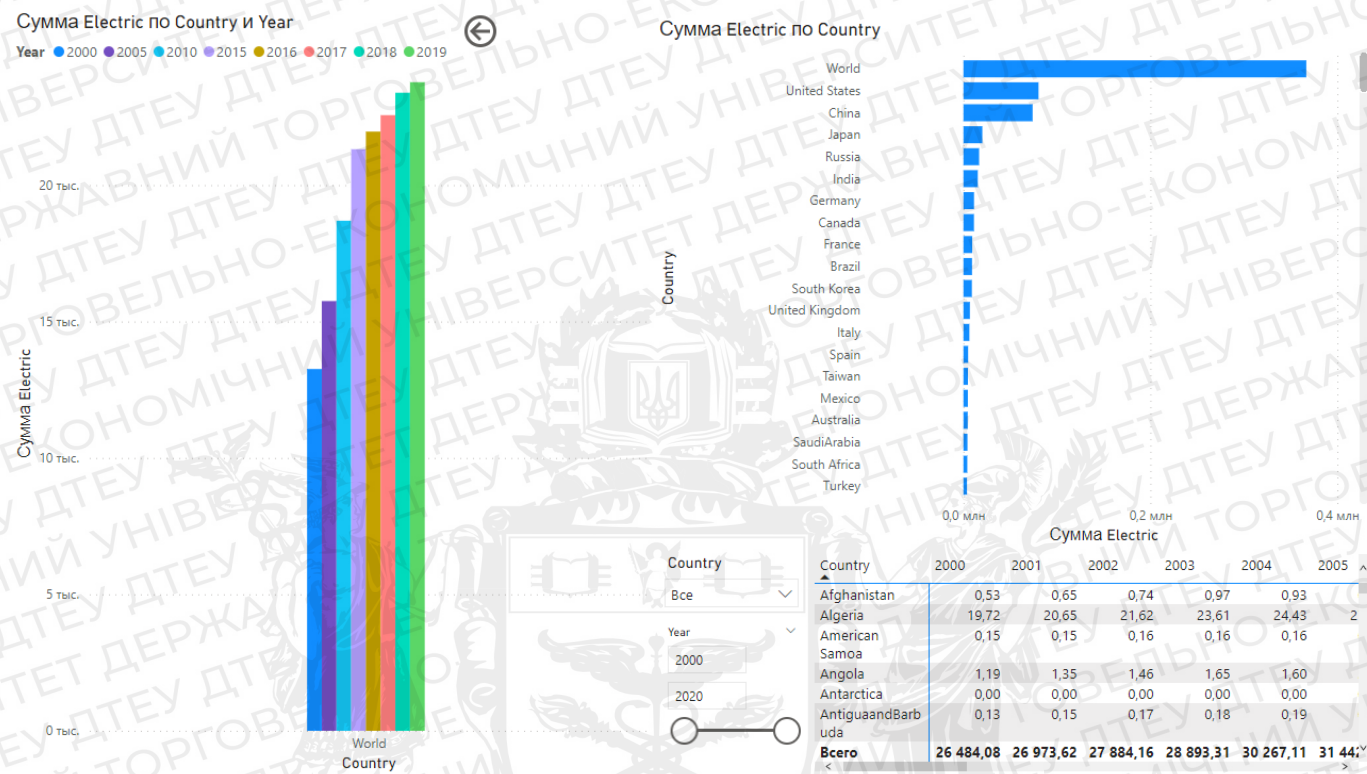


Рисунок 2.1 Виробництво електроенергії у світі

[Авторська розробка]

За останнє десятиліття кількість виробленої електроенергії в усьому світі зросла більш ніж на 30%. Це викликано економічною експансією, зростанням населення та потребою в електроенергії. Крім того, зростаючий розвиток відновлюваних джерел енергії, таких як сонце та вітер, також сприяє збільшенню виробництва електроенергії.

Однак зростання світового виробництва електроенергії також супроводжується збільшенням викидів шкідливих речовин, таких як вуглець, в атмосферу, що посилює гостроту проблеми зміни клімату. У результаті всі більше стурбовані енергоефективністю та використанням відновлюваної енергії.

Крім того, національна енергетична політика впливає на виробництво електроенергії. Наприклад, залежність від імпорту енергоносіїв може призвести до

політичної та економічної нестабільності в країнах. У результаті всі країни намагаються забезпечити власну енергетичну безпеку шляхом розвитку власної промисловості та диверсифікації джерел енергії.

Найпоширенішими технологіями виробництва електроенергії та їх поширеність у всьому світі:

- Горючі корисні копалини

Викопне паливо, таке як вугілля, нафта та природний газ, є найпоширенішими джерелами енергії для виробництва електроенергії в усьому світі. Використання цих джерел енергії пояснюється спалюванням палива, яке нагріває воду та виробляє пару. Пара змушує турбіни обертатися, в результаті чого виникає струм[11].

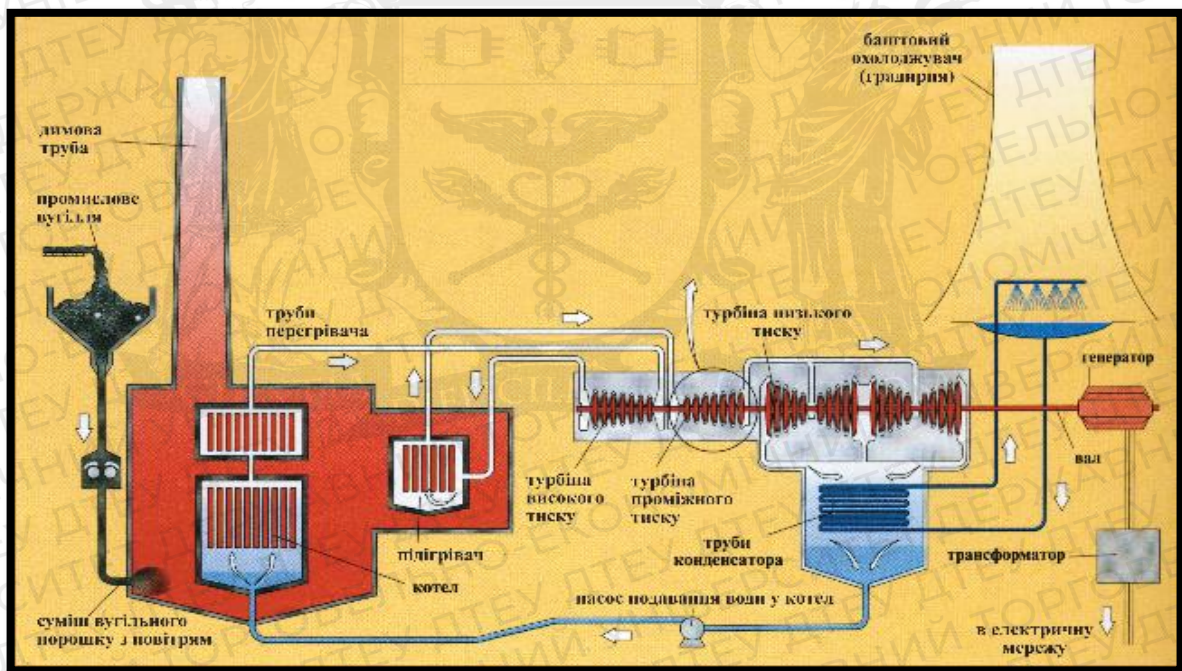


Рисунок 2.2 Структура роботи ТЕС

За даними Міжнародної енергетичної агенції (ІЕА), у 2021 році викопне паливо відповідало за 34,2% світового виробництва електроенергії. Китай, США та Індія є найбільшими виробниками електроенергії, отриманої з викопного палива.

- Атомна енергія

Атомна енергетика є одним із найдосконаліших у технологічному відношенні способів виробництва електроенергії. Він походить від процесу ядерного розпаду, під

час якого виділяється енергія. У реакторі атомної електростанції регулюється процес ядерного розпаду; виробляється тепло, яке потім перетворюється на електроенергію.

В даний час працює близько 440 атомних електростанцій, які виробляють понад 10% від загального обсягу виробленої електроенергії. Найбільш значними виробниками ядерної енергії є США, Франція, Китай, Росія та Канада. Європейські країни, зокрема Франція та Україна, значною мірою залежать від ядерної енергії як основного джерела енергії(рис.2.3).



Рисунок 2.3 Розташування АЕС у Світі

[Авторська розробка]

Однак атомна енергетика має свої недоліки. Найбільшу небезпеку становить аварія на атомній електростанції, це може мати серйозні наслідки як для людей, так і для навколишнього середовища. Наприклад, катастрофа на Чорнобильській АЕС у 1986 році та аварія на АЕС у Фукусімі у 2011 році були найбільшими ядерними аваріями в історії. Виробництво ядерної енергії пов'язане зі значними небезпеками, включаючи аварії та радіоактивні відходи, які потребують спеціальної обробки та

зберігання. Також у разі суперечок і терористичних загроз атомні електростанції можуть стати об'єктом атак.

Крім того, велике значення має зберігання та переробка ядерних відходів. У результаті, незважаючи на те, що атомна енергетика є ефективним джерелом електроенергії, вона вимагає значної уваги до безпеки та екологічної стійкості.

Основними складовими атомної електростанції (АЕС) є ядерний реактор, який використовує ядерне паливо для отримання тепла, турбіна, яка перетворює теплову енергію в механічну, і генератор, який перетворює механічну енергію в електричну.

Атомні електростанції виробляють електроенергію за допомогою ядерних реакцій поділу, під час яких ядерне паливо (зазвичай уран або плутоній) збагачується, а потім подається в реактори. Під час реакції поділу виділяється велика кількість тепла, яке використовується для створення пари, яка потім приводить в дію турбіну. Завдяки цій технології виробництва електроенергії АЕС стає однією з найпотужніших технологій виробництва електроенергії.

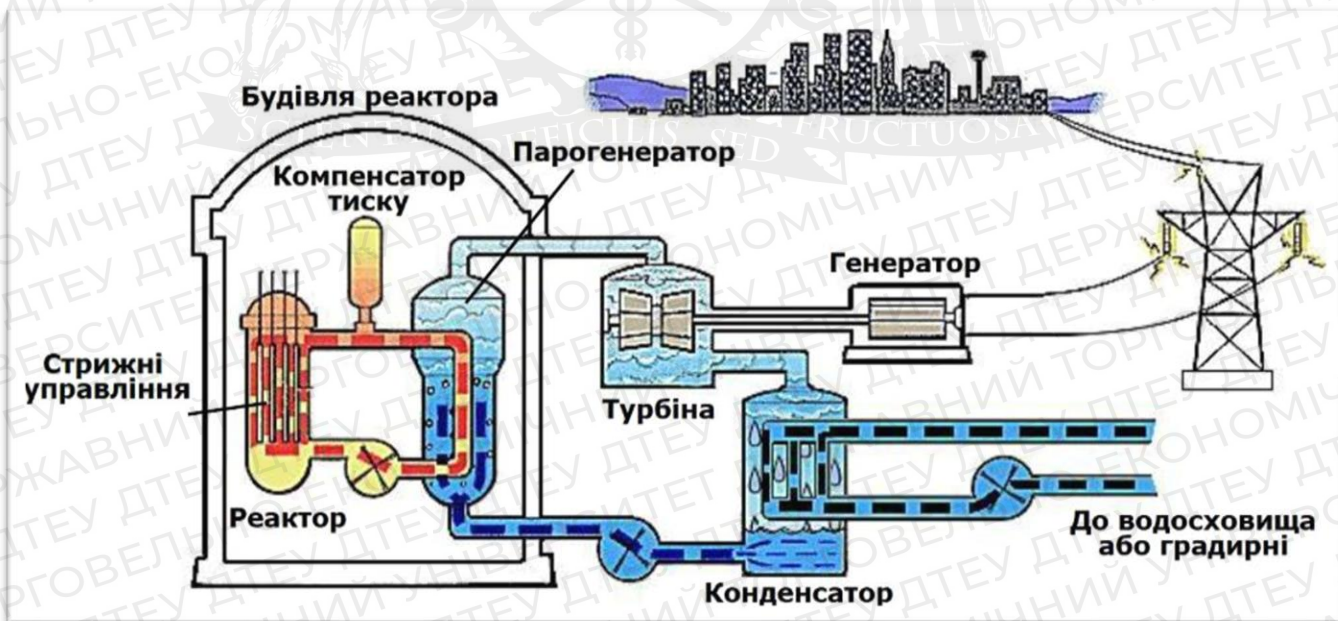


Рисунок 2.4 Принципова схема роботи АЕС з реактором ВВЕР [12]

Нинішнє використання ядерної енергії у світі скорочується, зокрема через зростання популярності відновлюваних джерел енергії та падіння вартості

виробництва та встановлення сонячних панелей і вітрових турбін. Проте багато країн продовжують розвивати атомну енергетику як важливе джерело електроенергії, особливо в країнах з високою вартістю енергії та низьким рівнем використання відновлюваної енергії.

Тривають дискусії щодо розвитку атомної енергетики та її місця в майбутньому енергетичному комплексі. Важливим аспектом цієї дискусії є економічна та політична стабільність країн, які планують розвивати атомну енергетику, а також їхні зусилля щодо забезпечення безпеки та стабільності своїх відповідних атомних електростанцій.

- **Відновлювальна енергетика**

Відновлювана енергетика – відносно новий напрямок розвитку енергетики, заснований на використанні відновлюваної енергії, яка не залежить від діяльності людини. Ці джерела енергії включають енергію вітру, сонячну енергію, енергію води, геотермальну енергію тощо. Завдяки відновлюваним джерелам енергії можна значно зменшити залежність від викопних джерел енергії, зменшити викиди шкідливих газів в атмосферу та покращити екологічну ситуацію.

У світі спостерігається збільшення використання відновлюваної енергії. За статистикою Міжнародного енергетичного агентства, у 2020 році виробництво електроенергії з відновлюваних джерел становитиме 29% від загального обсягу виробництва електроенергії, що є відносно високим показником у порівнянні з попередніми роками. Проте існують значні відмінності у використанні різних джерел енергії на національних ринках. Наприклад, у країнах ЄС більше половини виробництва електроенергії здійснюється з відновлювальних джерел, в той час як у країнах з низьким рівнем розвитку економіки, таких як Африка та Південна Азія, цей показник значно нижчий.

Це один із найактуальніших напрямків розвитку енергетики, заснований на використанні відновлюваної енергії. Ці джерела енергії включають сонячну енергію, енергію вітру, гідроенергію, геотермальну енергію та інші невичерпні джерела

енергії. За останні кілька десятиліть відновлювана енергетика досягла великих успіхів у багатьох країнах світу.

Процес виробництва електроенергії з відновлюваних джерел передбачає збір енергії з різних джерел і перетворення її в електроенергію. Наприклад, сонячні батареї збирають енергію від сонячних променів, тоді як вітрові турбіни використовують силу вітру для виробництва електроенергії. Гідроелектростанції використовують проточну воду для приводу турбін для виробництва електроенергії.

На основі перетворення сонячної, вітрової, гідро-, геотермальної та інших джерел енергії використовуються різні технології виробництва електроенергії з відновлюваних джерел. Кожен із цих видів відновлюваної енергії має свої переваги та недоліки, які враховуються при виборі технології для конкретної ситуації.

Найбільш розвинутим видом відновлюваної енергії є енергія вітру. Цей вид енергії заснований на використанні енергії вітру. Для цього були встановлені вітрові турбіни, здатні перетворювати кінетичну енергію вітру в електрику. У світі встановлено велику кількість вітрових турбін, особливо в країнах Європи та Північної Америки, де вітрові електростанції забезпечують значну частину виробництва електроенергії.

Ще одним важливим джерелом відновлюваної енергії є сонячна енергія. Для отримання електроенергії від сонця використовуються фотоелектричні панелі, які перетворюють сонячне випромінювання в електроенергію. У світі розвивається велика кількість сонячних електростанцій, зокрема в країнах з високим рівнем сонячної активності, таких як Іспанія, Італія та Австралія.

- Гідроенергетика

Гідроенергетика, один із найстаріших і найнадійніших видів відновлюваної енергії, використовує рух води для виробництва електроенергії. Залежно від розміру гідроенергетики, цей вид енергії може вироблятися у великому або малому масштабі.

ГЕС передбачає перетворення енергії води в електроенергію за допомогою турбін і генераторів. Вода зберігається у резервуарі, де вона зберігає потенційну енергію, яка вивільняється, протікаючи через труби та турбіни, приводячи в дію електричні генератори. ГЕС можуть бути різних типів, таких як накопичувальні, стокові та гібридні.

Сучасні технології дозволяють використовувати якомога більше енергії від потоку води та мінімізувати негативний вплив гідроелектростанцій на навколишнє середовище. Проте будівництво великих водосховищ може негативно вплинути на природні екосистеми та спричинити екологічні проблеми.

Гідроенергетика забезпечує значну частку світового виробництва енергії з відновлюваних джерел, особливо в країнах з високим стоком річок, таких як Канада, Бразилія, Росія, Китай та Індія. Однак у деяких регіонах гідроенергетика стикається з проблемами постачання, особливо в періоди посухи та зміни клімату.

- Біомасова енергетика

Біомаса — це використання органічних речовин рослин і тварин для виробництва електроенергії. У цьому розділі ми розглянемо процес виробництва енергії з біомаси, переваги та недоліки цього методу, історію розвитку, перспективи та короткий висновок.

Основним процесом отримання енергії з біомаси є її перетворення в гази або рідини, що містять водень і вуглець, за допомогою термохімічних реакцій, які відбуваються при високих температурах. Потім ці гази та рідини спалюються для виробництва електроенергії. Іншим методом є біодеградація біомаси, яка включає процес біогазифікації, який передбачає виробництво метану та інших газів, які можна використовувати для виробництва електроенергії. Енергія біомаси використовує різноманітну біомасу, таку як деревина, сільськогосподарські залишки, деревні залишки від лісозаготівель та інші біологічні ресурси.

Однією з головних переваг використання біомаси є те, що вона є відновлюваним джерелом енергії. Крім того, біомаса є відносно дешевою та широко поширеною, що

дозволяє її ефективно використовувати на електростанціях, які працюють на біомасі. Крім того, використання біомаси сприяє зменшенню викидів парникових газів, тим самим зменшуючи вплив на зміну клімату.

Однак використання біомаси для виробництва електроенергії має певні недоліки. Наприклад, збирання та переробка біомаси вимагає значних витрат енергії та ресурсів. Крім того, використання біомаси конкурує з сільським господарством та іншими землекористуваннями, що може призвести до зниження виробництва їжі

2.2. Аналіз виробництва електроенергії в світі

Зростання виробництва електроенергії, яке вимірюється в мегаватах, з 1945 по 2000 рік відображає великий технологічний прогрес і зміни в енергетичних системах світу. Період після Другої світової війни ознаменувався швидким розвитком електроенергетики та поширенням електрифікації в багатьох країнах. Багато важливих подій в історії вплинули на розвиток і зростання виробництва електроенергії в цей період.

Період після Другої світової війни (1945-1950): Енергетичні системи постраждалих післявоєнних країн були відбудовані та розширені, що призвело до значного збільшення виробництва електроенергії.

Розвиток атомної енергетики в 1950-1960-х роках призвів до значного зростання виробництва електроенергії. Перші комерційні атомні електростанції були побудовані в кількох країнах, включаючи США, СРСР та Францію. Атомна енергетика стала забезпечувати стабільне та ефективне виробництво електроенергії. Перший ядерний реактор для виробництва електроенергії був запущений в США в 1951 році [13].

Олімпійські ігри в Токіо (1964): Японія, яка приймала Олімпійські ігри, використала можливість запровадити сучасні технології в галузі електроенергетики, що сприяло зростанню її виробництва [14].

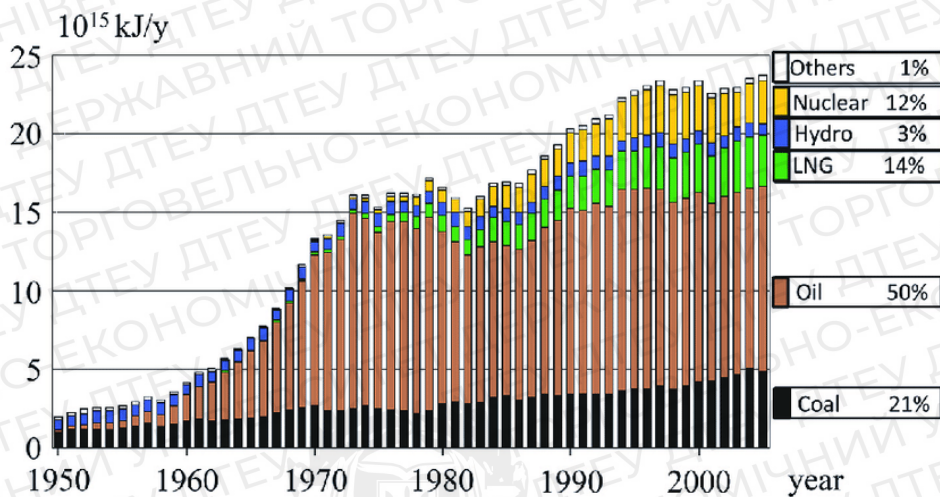


Рисунок 2.5 Виробництво електроенергії в Японії [14].

Протягом 1970-х і 1980-х років почався широкий розвиток альтернативних джерел енергії, включаючи сонячну та вітрову. Використовуючи сонячні панелі та вітряні турбіни, виробництво електроенергії стає більш стійким до проблем навколишнього середовища та зміни клімату.

Нафтова криза (жовтень 1973 р. – березень 1974 р.), спричинена нафтовим ембарго Організації арабських нафтових країн, мала значний вплив на споживання нафти та ефективність електростанцій. Криза показала велику залежність Сполучених Штатів та інших західних країн від цін на нафту та призвела до більшого інтересу до відновлюваної енергії та стимулювала дослідження сонячної та вітрової енергії. Як показано на рис. 2.6, споживання нафти для виробництва електроенергії у 1970 році становило приблизно 15%, зменшившись до менш ніж 1% у 2010 році. Незважаючи на високу ціну в 70-х роках, нафта все ще використовувалася для постачання електроенергії, оскільки газ був дефіцитом. Високі ціни на нафту стимулюють зростання кількості газових електростанцій (24% у 1970 р.). Однак вони прийняли Закон про використання палива (1978), який забороняє новим генераторам електроенергії використовувати газ, оскільки він вважався ресурсом, який скорочується. Тому в 1990 році кількість газових електростанцій скоротилася до 12%. Вплив нафтової кризи 1973 року спонукав багато країн до пошуку альтернативних джерел енергії з метою зниження залежності від нафти. Це призвело до розвитку програм з енергоефективності, використання біопалива та геотермальної енергії [15].

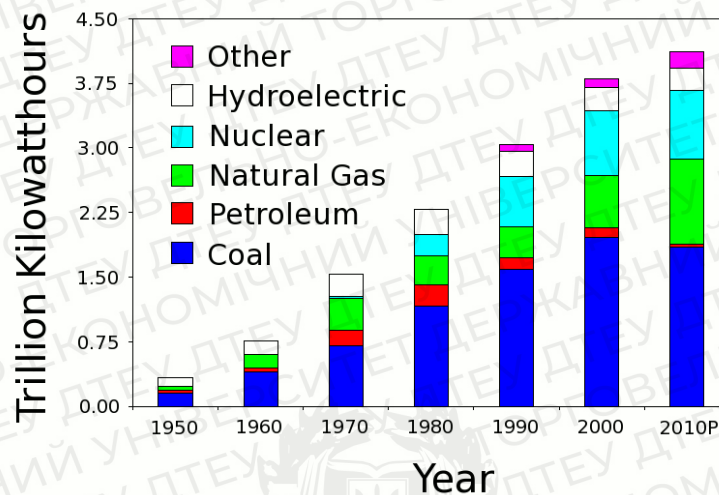
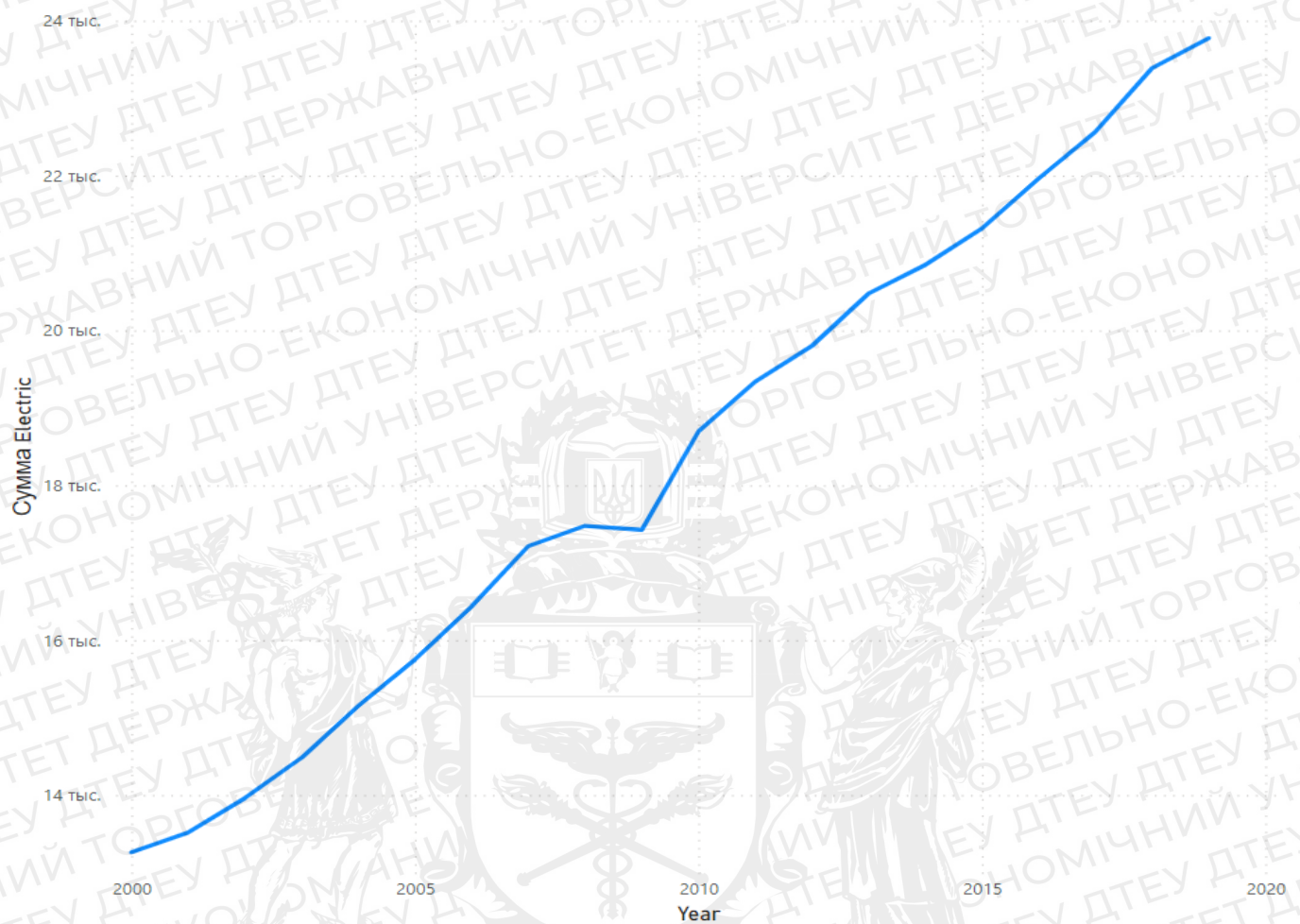


Рисунок 2.6 Виробництво електроенергії за джерелами, 1950-2010[15]

У 1990-х і 2000-х роках використання природного газу як джерела енергії стало поширеним. Видобуток природного газу став важливим джерелом енергії для виробництва електроенергії, особливо в країнах з великими запасами природного газу.

Загалом у період з 1945 по 2000 рр. спостерігався значний розвиток технології виробництва електроенергії та диверсифікація джерел енергії. Це стало можливим завдяки науковим дослідженням, технологічним інноваціям і змінам у політичному, економічному та екологічному контексті.

У 2019 році світове валове виробництво електроенергії було на 1,3% вище, ніж у 2018 році. Глобальне виробництво електроенергії постійно зростало щороку з 1974 року, за винятком 2008–2009 років (рис.2.7), коли глобальна фінансова криза різко скоротила попит.



*Рисунок 2.7 Загальне валове виробництво електроенергії, 2000-2020
[Авторська розробка]*

Виробництво електроенергії в США та Китаї відіграють вирішальну роль у світовій енергетичній системі, оскільки ці дві країни є найбільшими виробниками електроенергії на планеті. Порівняємо їх за такими параметрами: загальне виробництво електроенергії, структура виробництва та використання відновлюваної енергії.

Загальне виробництво електроенергії: Сполучені Штати та Китай мають найбільші електроенергетичні системи у світі. Обидві країни спостерігали значне зростання виробництва електроенергії в останні роки. У 2021 році США виробили приблизно 4,1 мільярда мегават-годин електроенергії, тоді як Китай перевищив цю цифру приблизно на 6,5 мільярда мегават-годин(рис.2.8).

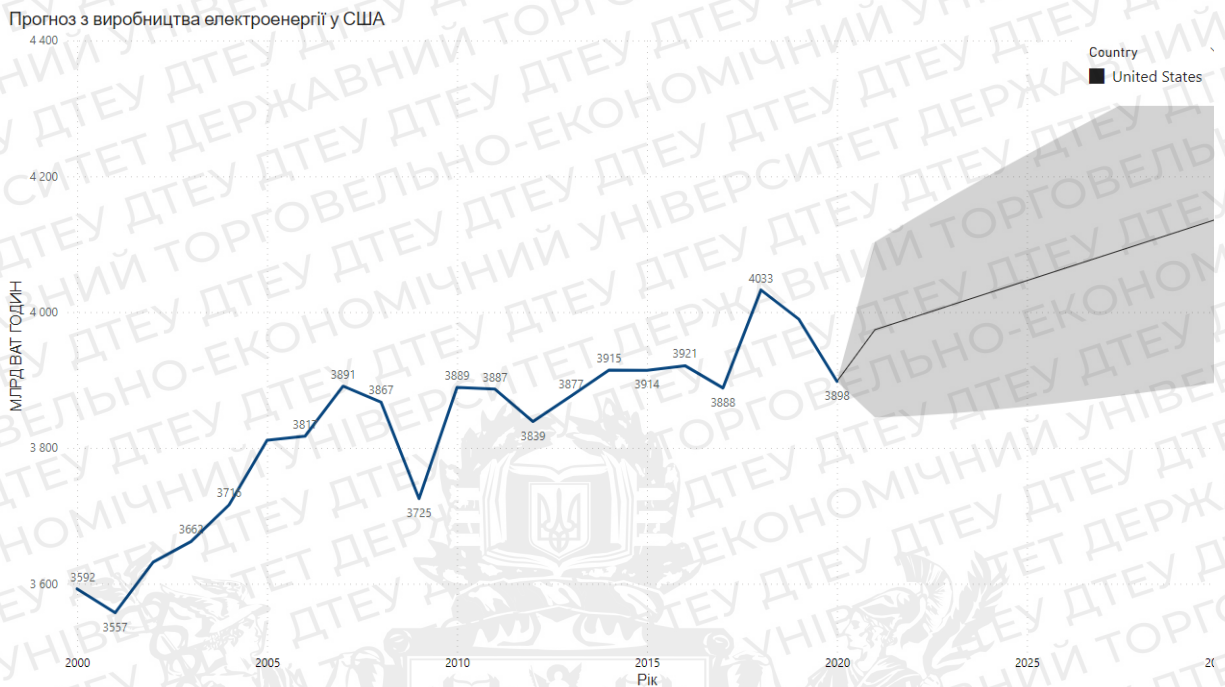


Рисунок 2.9 Прогноз виробництва електроенергії в США
[Авторська розробка]

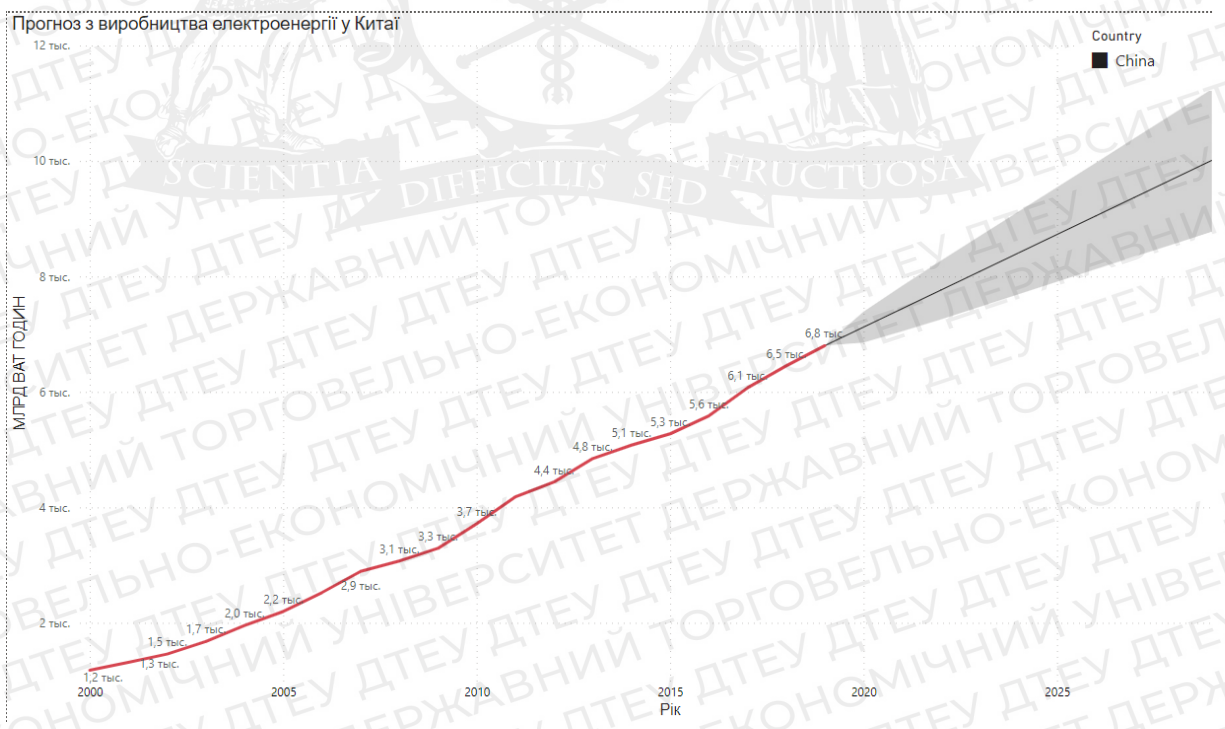


Рисунок 2.10 Прогноз виробництва електроенергії в Китаї
[Авторська розробка]

Суміш генерації: у Сполучених Штатах основними джерелами електроенергії є вугілля, природний газ, атомна енергія та відновлювані джерела енергії. Вугілля та природний газ є основними джерелами енергії, але використання відновлюваної енергії, особливо сонця та вітру, зросло в останні роки. Китай також покладається на вугілля та природний газ, але характеризується більшою залежністю від вугілля, найпоширенішого джерела енергії в країні. Однак Китай досяг значного прогресу в розвитку відновлюваної енергетики та встановив найбільшу кількість сонячних і вітрових електростанцій у світі(рис.2.8).

Використання відновлюваної енергії: обидві країни прагнуть зменшити свою залежність від вуглеводнів і збільшити використання відновлюваної енергії. Сонячна та вітрова енергетика швидко розвиваються в Сполучених Штатах, і важливість цих галузей поступово висвітлюється. Китай, найбільший у світі виробник сонячних панелей і вітрових турбін, активно реалізує плани розвитку відновлюваної енергетики, щоб зменшити вплив на навколишнє середовище та забезпечити стале енергетичне майбутнє(рис.2.8).

Варто зазначити, що і Китай, і США зосереджені на підвищенні енергоефективності, впровадженні новітніх технологій та сприянні сталому розвитку енергетики. Обидві країни є впливовими країнами у світовій енергетичній сфері, і є величезний потенціал для співпраці та обміну досвідом у сфері виробництва електроенергії.

Виробництво електроенергії в Україні відіграє важливу роль як на внутрішньому ринку, так і у світовому виробництві електроенергії. Завдяки своїм природним ресурсам та енергетичній інфраструктурі Україна має величезний потенціал для виробництва електроенергії.

Виробництво електроенергії в Україні протягом останніх років поступово зростає. За даними Міністерства енергетики та захисту довкілля України, виробництво електроенергії у 2021 році становитиме близько 157 млрд кВт/год, що становить значну частку світового виробництва електроенергії, також на відміну від лідерів Україна зменшилася не на велику частку по показникам виробництва електроенергії під час епідемії Covid-19 і дуже стрімко вирівняла свої показники на до епідеміальний рівень. Але у 2022 році у зв'язку з війною та терористичними обстрілами цивільної інфраструктури, до якої також входять електростанції, показники України впали на 30%. Будувати прогнози дуже важко, оскільки воєнні дії ще відбуваються на території держави, але якщо зробити припущення, що у 2023 році

Україна зможе почати відновлення енергостистем, то Україна відновить довоєнні показники до 2024-2025 років. Якщо ж воєнні дії і далі будуть руйнувати енергосистему країни, то можна спрогнозувати скорочення ще на 5-10% (рис.2.11).

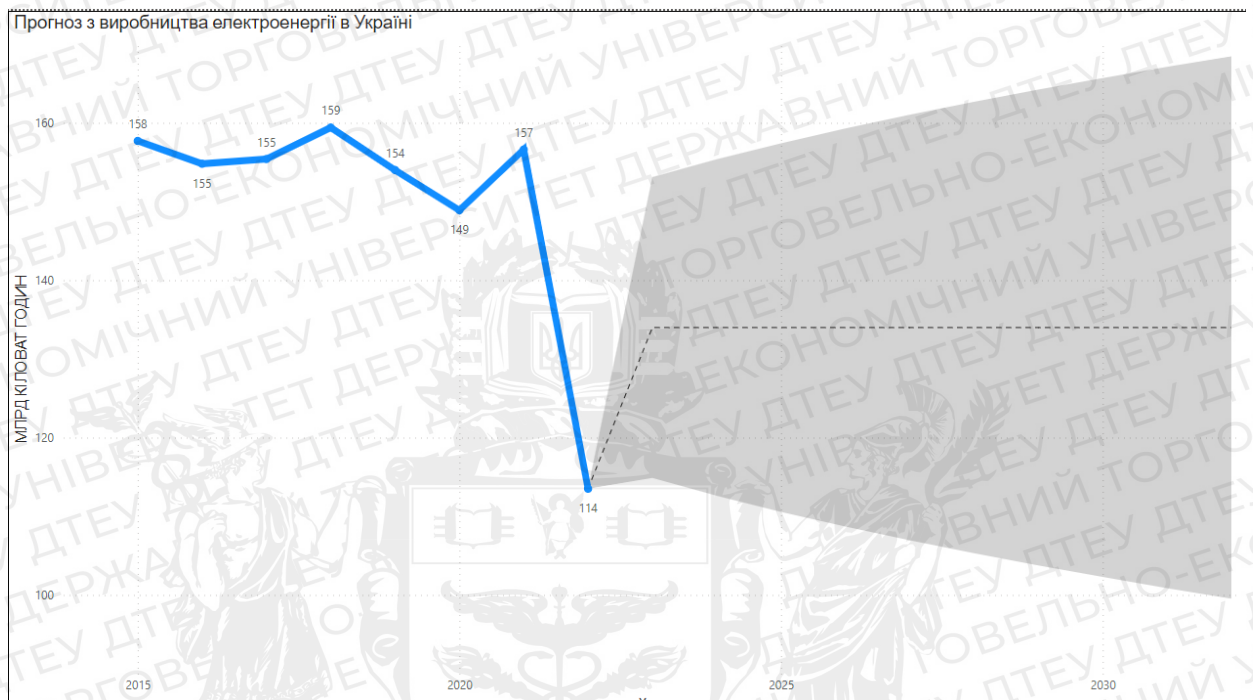


Рисунок 2.11 Прогноз виробництва електроенергії в Україні

[Авторська розробка]

Україна має різноманітні джерела виробництва електроенергії. Основними джерелами є ТЕС, що працюють на природному газі, вугіллі та нафті. Крім того, Україна розвиває відновлювану енергетику, особливо сонячну та вітрову. Встановлена потужність відновлюваної енергетики зросла за останні роки, сприяючи збільшенню її внеску в загальне виробництво електроенергії в країні.

Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) — міжнародна організація, що об'єднує 38 країн-членів для сприяння економічному розвитку, покращенню рівня життя людей та зміцненню економічної стабільності. ОЕСР була заснована в 1961 році, її штаб-квартира знаходиться в Парижі, Франція [16].

ОЕСР працює над розробкою та впровадженням політики, спрямованої на покращення економічного та соціального добробуту її країн-членів. Членами ОЕСР є країни з різним рівнем економічного розвитку, включаючи промислово розвинені країни, країни з перехідною економікою та країни з економікою, що розвивається.

Приєднання до ОЕСР є підтвердженням відданості країни співпраці, демократії та ринковій економіці.

У 2019 році частка країн, що не входять до ОЕСР, у виробництві сягнула 58,6% світового виробництва електроенергії, що більш ніж удвічі перевищує частку, яку вони мали в 1974 році. Підвищення енергоефективності обмежило річне зростання виробництва між 2010 і 2019 роками лише до 0,1% у країнах ОЕСР (члени як квітня 2021 року), порівняно з 4,6% у країнах, що не входять до ОЕСР [17].

Формується нова глобальна енергетична економіка, у 2020 році, навіть незважаючи на те, що економіка країн світу страждала від локдаунів внаслідок пандемії Covid-19, відновлювані джерела енергії, такі як вітряні та сонячні фотоелектричні електростанції, продовжували швидко розвиватися, а продажі електромобілів встановили нові рекорди. Нова енергетична економіка буде більш електрифікованою, ефективною, взаємопов'язаною та чистою. Її поява буде наслідком взаємопов'язаних політичних дій та технологічних інновацій, та її розвиток буде підтримуватись і за рахунок нижчих витрат. У більшості країн сонячна або вітряна енергія в даний час є найдешевший і доступний джерело електроенергії нового покоління. Технології чистої енергетики стають новою важливою областю для інвестицій та зайнятості, а також ареною для динамічного міжнародного співробітництва та конкуренції. Але трансформації ще чекає довгий шлях.

Наразі, кожній одиниці інформації, що показує швидкість змін в енергетичній галузі, можна протиставити іншу, показує наполегливу непорушність статус-кво. Швидко, але нерівномірне відновлення економіки після торішньої рецесії, спричиненої пандемією Covid-19 призводить до серйозного навантаження на окремі частини сьогоденної енергетичної системи, викликаючи різке зростання цін на ринках природного газу, вугілля та електроенергії.

Незважаючи на всі успіхи, досягнуті в галузі відновлюваних джерел енергії та електротранспорту, у 2021 році було значне зростання використання вугілля та нафти. Багато в чому з цієї причини спостерігається також другий Великий в історії щорічний приріст викидів CO₂. Державні витрати на стійку енергетику у межах пакетів заходів для відновлення економіки мобілізували лише близько однієї третини інвестицій, необхідних для переказу енергетичної системи на нові рейки, при цьому найбільший дефіцит спостерігається в країнах, що розвиваються, які, як і раніше, стикаються з серйозною кризою в галузі державної охорони здоров'я. Прогрес на шляху до загальний доступ до енергії застопорився, особливо в країнах Африки на південь від

Сахари. Напрямок руху далекий від того, який передбачається основним Сценарієм нульових викидів до 2050 року (рис.2.12), який є скоріш порадами, але демонструє дорожню карту на шляху до недопущення зростання глобальної температури більш ніж на 1,5°C та досягненню інших цілей сталого розвитку, пов'язаних з енергетикою.

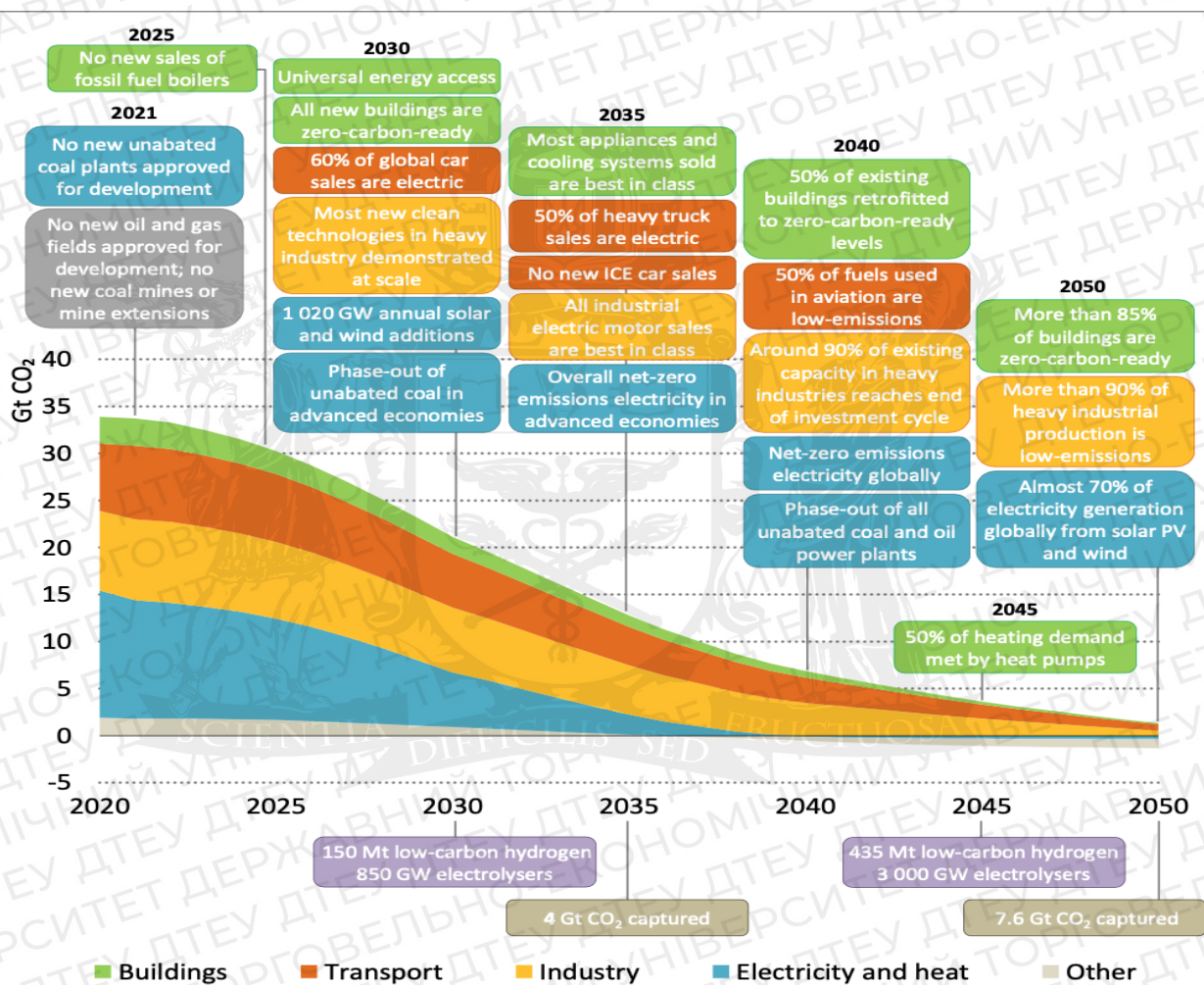


Рисунок 2.12 Дорожня карта «чистого нуля» [19]

У найближчі десятиліття проблеми в енергетичній системі не зменшатися. Енергетичний сектор відповідає майже за три чверті викидів, які вже призвели до підвищення середньої глобальної температури на 1,1 ° C порівняно з до індустріальною епохою, до помітного впливу на погоду і частіше екстремальних кліматичних явищ. Енергетичний сектор повинен бути в центр боротьби зі змінами клімату. Водночас сучасна енергетика невіддільна від проблем забезпечення коштів для існування та потреб світового населення, яке до 2050 року зросте приблизно на 2

мільярди осіб. При цьому зростання доходів стимулює попит на енергетичні послуги, а багато хто розвивається країни прямують шляхом, який історично приводив до урбанізації та індустріалізації при інтенсивному використанні енергії та зростанні викидів.

Прогнозувати тенденції енергетичної галузі до 2050 року є складним завданням, оскільки воно пов'язане з багатьма факторами, такими як технологічний прогрес, політичні рішення, зміна клімату та соціальний розвиток. Однак є кілька ключових напрямків, які можуть сформувати майбутнє електроенергетики.

Одним із найважливіших трендів є перехід на сталу та відновлювану енергетику. В останні десятиліття сонячна, вітрова, гідроелектрична та інші відновлювані джерела енергії продемонстрували великий потенціал для виробництва електроенергії без використання вугілля та інших забруднюючих видів палива. Очікується, що технологічний прогрес і сприятливі нормативні умови сприятимуть зростанню виробництва енергії з відновлюваних джерел, тим самим сприяючи зменшенню викидів парникових газів і більш стійкому енергетичному сектору.

Ще одна важлива тенденція – розвиток енергоефективних технологій і систем. Зусилля щодо підвищення енергоефективності спрямовані на зменшення втрат енергії під час виробництва, передачі та споживання електроенергії. Інтеграція сучасних технологій у будівлі, промисловість та побутове споживання сприяє більш ефективному використанню енергії та зменшує негативний вплив на навколишнє середовище.

Одним із найважливіших трендів є зростаюча роль електромобілів та електронних пристроїв призвела до збільшення попиту на електроенергію. Прогнозоване збільшення кількості електромобілів на дорогах у майбутньому вимагатиме розвитку інфраструктури зарядних станцій та постачання додаткової електроенергії. Розширення використання електрообладнання в будинках і промисловості також вплине на зростання виробництва електроенергії. Також, технологічний прогрес у сферах мереж зберігання та передачі енергії відіграє важливу роль у розвитку енергетичних систем. Підвищення потужності сонячних елементів, розвиток технологій зберігання енергії та використання універсальної мережі передачі допоможе забезпечити стабільне постачання електроенергії навіть за коливаний попиту та незалежності від традиційних джерел палива.

Беручи до уваги ці тенденції та інші фактори, можна зробити прогноз(рис.2.7), що глобальне виробництво електроенергії продовжуватиме зростати до 2050 року, використовуючи більш стійкі та екологічні джерела енергії, коли класичні та більш шкідливі для атмосфери способи видобутку електроенергії, такі як: вугілля, газ - будуть скорочуватися. Прогнозується що ядерна енергетика буде тримати приблизно ті самі показники, оскільки трагедії 1986 року на Чорнобильській АЕС та 2011 року на Фокусімський АЕС не дають сто відсоткову впевненість що таке не відбудеться в майбутньому. Продовження інновацій та розвиток енергетичної галузі допомагає забезпечити стале та надійне енергетичне майбутнє.

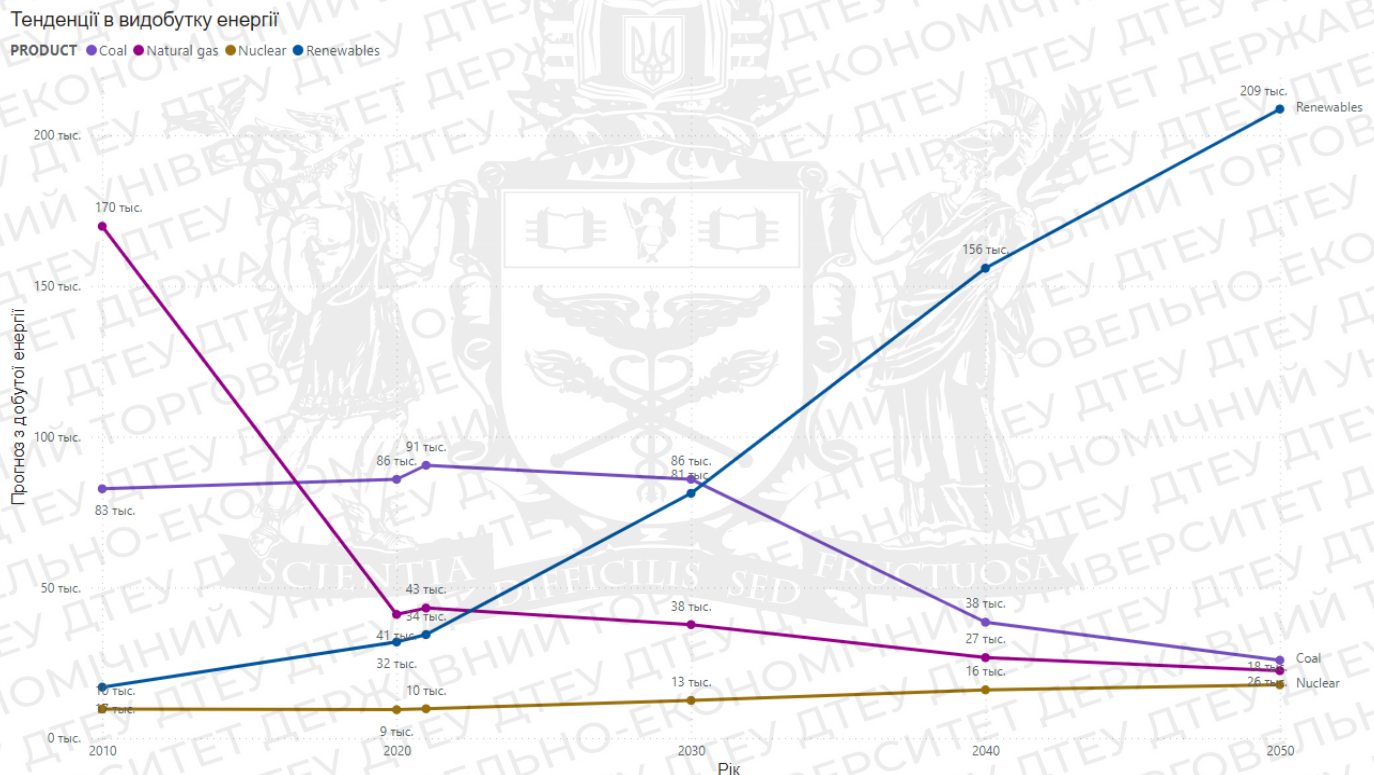


Рисунок 2.13 Тенденції в видобутку енергії до 2050 року

[Авторська розробка]

Оскільки оголошені зобов'язання у сфері зміни клімату наводять до деяких зрушень. COP26 та багато країн взяли на себе нові зобов'язання, детально описавши свій внесок у глобальні зусилля щодо досягнення клімату чеських цілей; більше 50 країн, а також весь Європейський Союз зобов'язалися досягти цілей за нульовими викидами. Якщо вони будуть реалізовані вчасно та повністю, як докладно змодельовано у нашому новому Сценарії заявлених зобов'язань (Announced Pledges Scenario, APS), крива викидів у світі піде вниз. У період до 2030 року у цьому сценарії на джерела енергії з низьким рівнем викидів припадає переважна більшість

нових потужностей, а щорічний приріст потужностей сонячних фотоелектричних та вітряних електростанцій до 2030 року наблизиться до 500 гігават (ГВт). В результаті споживання вугілля в електроенергетиці в 2030 році буде на 20% нижче за недавні максимуми. Швидкий ріст продажів електромобілів та постійне підвищення ефективності використання палива призведуть до того, що пік попиту на нафту буде досягнутий приблизно у 2025 році року. Внаслідок підвищення ефективності зростання глобального попиту на енергію після 2030 досягне плато. Успішне виконання всіх заявлених зобов'язань означає, що глобальні викиди CO₂, пов'язані з енергетикою, впадуть на 40% період до 2050 року. Скорочення спостерігатиметься у всіх секторах, при цьому

Найбільший обсяг зниження викидів припаде на сектор електроенергетики. Підвищення середньої глобальної температури 2100 року утримається в межах 2,1°C в порівнянні з доіндустріальним рівнем, однак цей сценарій не призводить до нульовим нетто-викидам, тож тенденція до зростання температури на планеті буде продовжуватись, але виконання цих обіцянок у повному обсязі та в строк не гарантовано.

Урядам необхідно зробити набагато більше для того, щоб повністю виконати прийняті ними зобов'язання. Якщо подивитися по секторах, які заходи фактично ухвалили уряди, а також на конкретні політичні ініціативи, які перебувають у стадії розробки, можна побачити іншу картину, яка відображена у Сценарії затвердженої політики (Stated Policies Scenario, STEPS).

Цей сценарій також передбачає прискорення темпів змін в електроенергетиці, достатнє для реалізації поступового зниження викидів у цьому секторі, навіть якщо світовий попит на електроенергію майже подвоїться до 2050 року. Однак це компенсується зростанням викидів у промисловості, що продовжується, наприклад в виробництві цементу та сталі, а також за рахунок далеко магістрального транспорту, в тому кількості автомобільних вантажоперевезень. Це зростання в основному відбуватиметься на формуються ринках і в країнах, що розвиваються в міру того, як вони будуть створювати свою загальнонаціональну інфраструктуру. За Сценарієм затвердженою політики майже все чисте зростання попиту на енергію до 2050 року забезпечуватиметься за рахунок джерел з низьким рівнем викидів, але при цьому річні викиди залишаються приблизно на нинішньому рівні. Сьогоднішні зобов'язання держав покривають менше ніж 20% розриву в рівні скорочення викидів, який

необхідно ліквідувати до 2030 року, щоб утримати тренд на збільшення глобальної температури не більше ніж $1,5^{\circ}\text{C}$.

Сценарій заявлених зобов'язань передбачає подвоєння протягом наступного десятиліття інвестицій у чисту енергетику та її фінансування, але цього прискорення недостатньо для подолання інерції нинішньої енергетичної системи. Зокрема, у вирішальний період до 2030 року вживані заходи цьому сценарію далеко не відповідають скороченню викидів, яке знадобилося б для збереження можливості досягнення нульових викидів до 2050 року. Одна з основних причин цього розриву полягає в тому, що сьогоднішні кліматичні зобов'язання, відображені у Сценарії оголошених зобов'язань, виявляють різкі розбіжності між країнами у заявлених ними темпах енергетичного переходу. Окрім досягнень, цей сценарій також містить насіння нових розбіжностей та напруженості, наприклад, у галузях торгівлі енергоємними товарами або міжнародних інвестицій та фінансів. Успішний, впорядкований та широкомасштабний енергетичний перехід залежить від пошуку способів послабити напруженість у міжнародній енергетичній системі, про що йдеться у Сценарії оголошених зобов'язань. Всім країнам потрібно буде зробити більше для узгодження та твердого виконання поставлених цілей на період до 2030 року і перетворити ці дії на спільний глобальний енергетичний перехід, у якому ніхто залишиться позаду. Рішення, що дозволяють скоротити розрив для досягнення мети стабілізації підвищення глобальної температури в межах $1,5^{\circ}\text{C}$, цілком здійсненні, і багато з них дуже рентабельні. У WEO-2021 виділяються чотири ключові заходи, які можуть допомогти скоротити розрив між сьогоднішніми зобов'язаннями та трендом для досягнення мети $1,5^{\circ}\text{C}$ протягом наступних десяти років – і передбачити подальше скорочення викидів після 2030 року [19].

Загалом, зростання попиту на енергію зумовлено розвитком людства як виду, зростання виробництва продукції, витрат населення та збільшення попиту може вказувати що показники виробництва електроенергії будуть також рости. За умови що тенденція зросту буде зберігатися, то виробництво електроенергії повинно вирости майже у 2 рази (рис.2.13).

Прогноз з виробництва електроенергії у світі

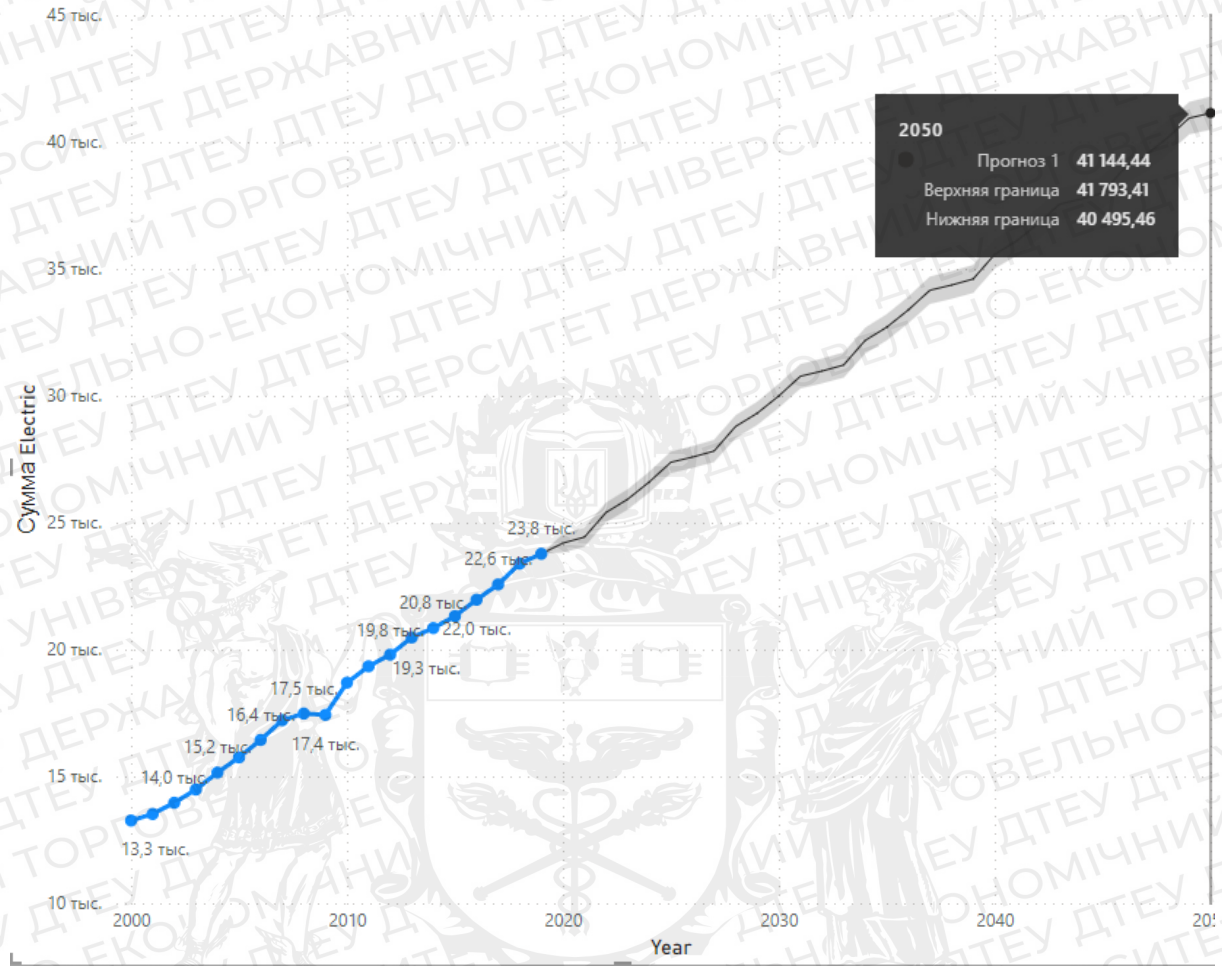


Рисунок 2.13 Тенденції виробництва енергії у світі до 2050 року

[Авторська розробка]

Розділ 3. Побудова аналітичного звіту засобами Power BI

3.1. Платформа використана в створенні аналітичного звіту

Правильний вибір платформи, це вже половина успіху у створенні аналітичного звіту.

Задачею є аналіз виробництва електроенергії у світі за певний проміжок часу та зробити їх візуалізацію. Для аналізу виробництва електроенергії, потрібна платформа, в якій можна швидко і зручно обробляти великі обсяги інформації, можливість видозмінювати дані за певними формулами, великий об'єм візуальних інструментів, карта, графіки, таблиці, індикатори. Гнучке налаштування інструментів для отримання достовірної інформації є одним з важливих аспектів при виборі платформи. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та можливість налаштування візуальної складової, допоможе зробити аналіз доступним для розуміння новому користувачу. Для виконання цього завдання підходить аналітична платформа Microsoft Power BI.

Одними з обов'язкових елементів візуалізації є таблиця або матриця, стовпчикова діаграма, кругова або кільцева діаграма, графік та карта. Результатом виконання задачі є аналітичний звіт.

Вхідною інформацією для вирішення задачі є дані числа виробництва електроенергії в світі за країнами світу з 2010 по 2020 роки, дані за різними типами електростанцій у світі 2011 по 2020 роки, дані про викиди в атмосферу та загальні дані про виробництво електроенергії у світі. Було сформовано базу даних, яка містить ключові показники, такі як кількість вироблених кіловат годин в країнах світу, кількість станцій у світі.

Вихідною інформацією є аналітичний звіт, де засобами візуалізації платформи Power BI було зображено основні показники, які має ця галузь.

3.2. Побудова аналітичного звіту

Одним з перших етапів практичної частини - є збір даних. Джерелом даних є офіційний сайт аналітичної компанії, які займаються збором інформації в сфері виробництва електроенергії. В результаті збору даних було сформовано набір файлів у форматі xls та csv.

Другий етап - є імпорт даних до аналітичної системи Power BI(рис.3.1). За допомогою редактора запитів Power Query здійснили трансформацію даних.

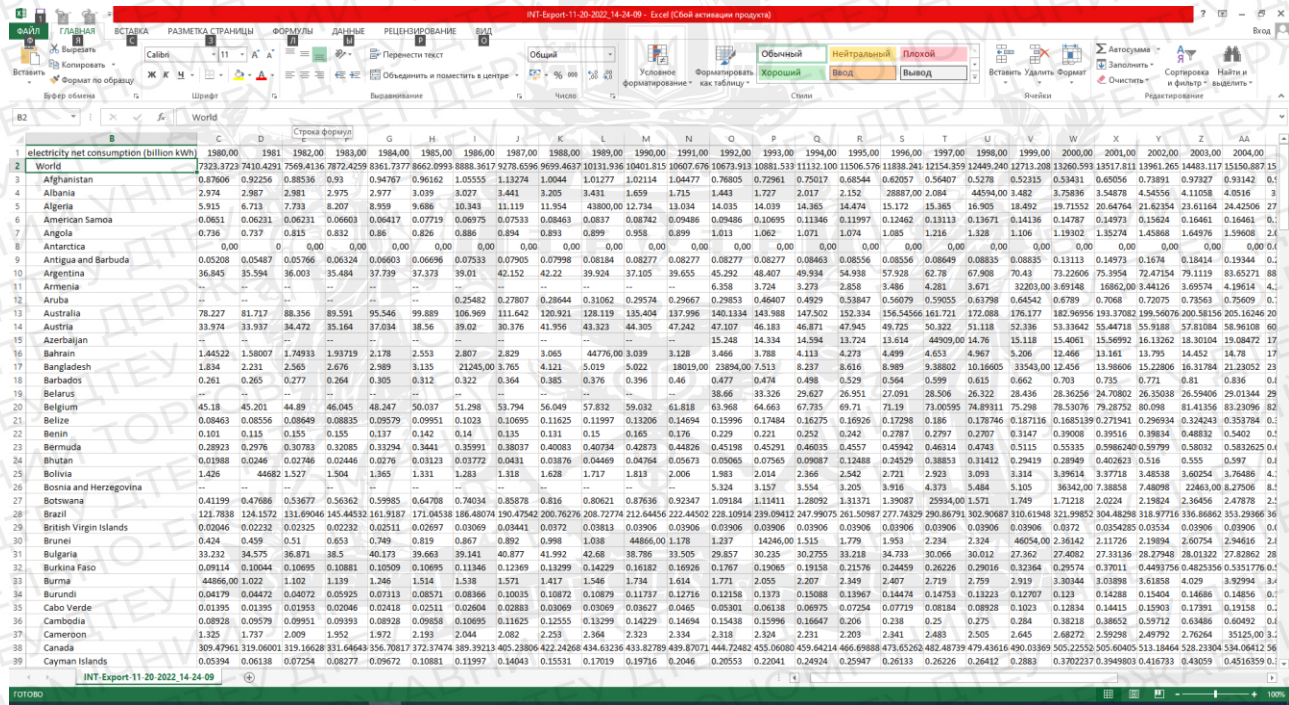


Рис.3.1 Фрагмент початкових даних

Під час трансформації було визначено заголовки стовпців, обрано тип даних, такі як дата, текст, десяткове число. Було подумовано взаємодії в моделі даних (рис. 3.2). Організована структура таблиць та зв'язків між ними і називається моделлю даних. Модель є основою звіту, тому до її розробки необхідно підходити максимально відповідально, неправильна організація даних може сильно ускладнити обчислення DAX, або навіть призвести до некоректного відображення даних, що буде складно відстежити на етапі візуалізації.

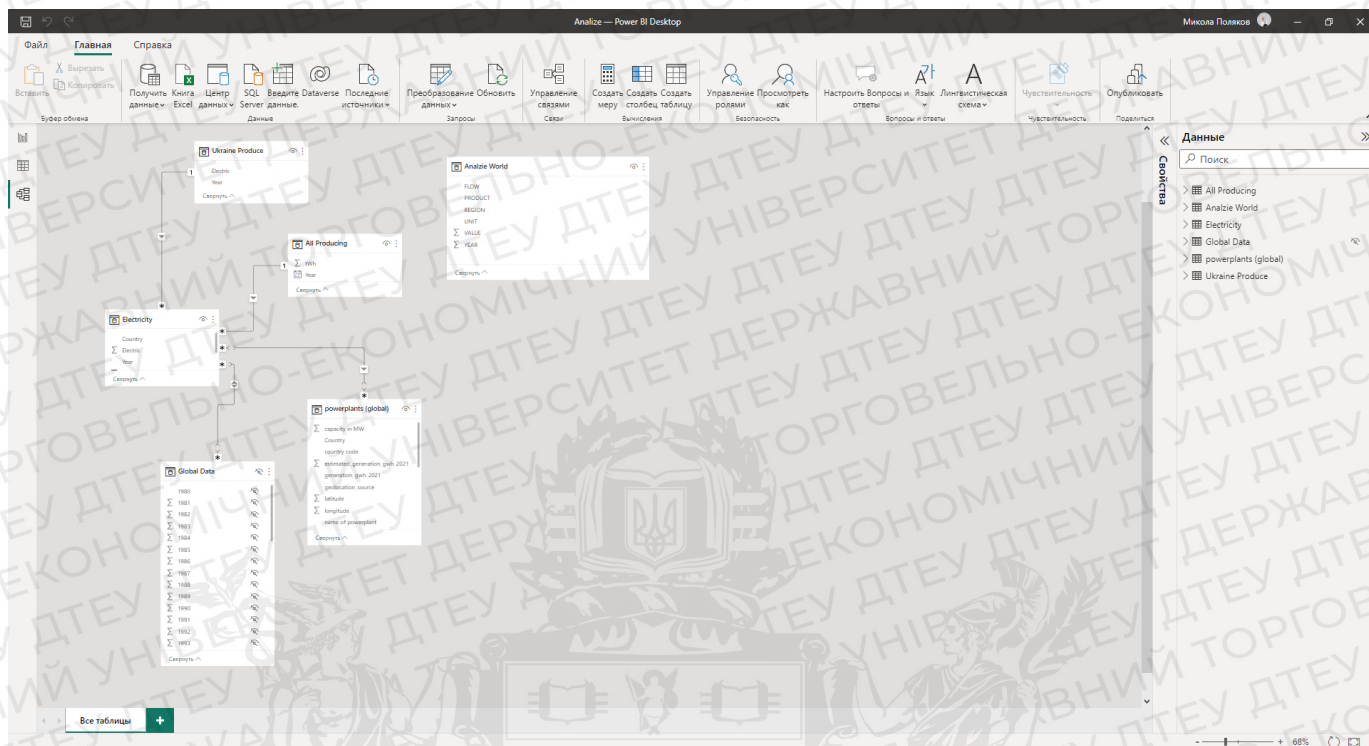


Рисунок 3.2 Налаштування зв'язків між таблицями

Центральною таблицею є «Electricity», з якою з'єднані інші таблиці.

Інструмент з яким зіштовхується користувач на початку роботи в Microsoft Power BI, називається Power Query. Це потужний інструмент для перетворення та підготовки даних, що дозволяє користувачам вільно маніпулювати даними, поки вони не набувають зручного для користувача вигляду. Універсальність Power Query пояснюється його інтеграцією з багатьма продуктами, усі популярні формати файлів не є перешкодою для завантаження даних, перенести інформацію можна навіть з хмарних сховищ. На рисунку 3.3, зображено робоче середовище інструменту Power Query.

PRODUCT	UNIT	REGION	YEAR	VALUE
Total energy supply	EJ	World	2010	541,981
Total energy supply	EJ	World	2020	592,311
Total energy supply	EJ	World	2021	624,164
Total energy supply	EJ	World	2030	673,271
Total energy supply	EJ	World	2040	708,16
Total energy supply	EJ	World	2050	740,009
Total energy supply	EJ	World	2010	44,502
Total energy supply	EJ	World	2020	68,654
Total energy supply	EJ	World	2021	73,568
Total energy supply	EJ	World	2030	116,234
Total energy supply	EJ	World	2040	168,6
Total energy supply	EJ	World	2050	214,923
Total energy supply	EJ	World	2010	0,776
Total energy supply	EJ	World	2020	4,539
Total energy supply	EJ	World	2021	5,384
Total energy supply	EJ	World	2030	17,58
Total energy supply	EJ	World	2040	35,638
Total energy supply	EJ	World	2050	51,898
Total energy supply	EJ	World	2010	1,232
Total energy supply	EJ	World	2020	3,753
Total energy supply	EJ	World	2021	6,733
Total energy supply	EJ	World	2030	16,573
Total energy supply	EJ	World	2040	29,187
Total energy supply	EJ	World	2050	38,489
Total energy supply	EJ	World	2010	12,415
Total energy supply	EJ	World	2020	15,634
Total energy supply	EJ	World	2021	15,579
Total energy supply	EJ	World	2030	18,279
Total energy supply	EJ	World	2040	21,204
Total energy supply	EJ	World	2050	24,513
Modern bioenergy: solid	EJ	World	2010	24,282
Modern bioenergy: solid	EJ	World	2020	32,167
Modern bioenergy: solid	EJ	World	2021	35,676
Modern bioenergy: solid	EJ	World	2030	46,421
Modern bioenergy: solid	EJ	World	2040	54,489
Modern bioenergy: solid	EJ	World	2050	61,939
Modern bioenergy: liquid	EJ	World	2010	2,436
Modern bioenergy: liquid	EJ	World	2020	3,963
Modern bioenergy: liquid	EJ	World	2021	4,245

Рисунок 3.3 Робоче середовище інструменту Power Query

3.3. Створення обчислювальних стовпців, мір та візуалізацій

Формула показника може використовувати стандартні функції агрегації, такі як COUNT або SUM, які автоматично генеруються за допомогою функції Autosum. Крім того, можна створити власні формули, використовуючи рядок формул DAX.Є можливість використовувати показники, як аргументи для інших показників, що забезпечує більшу гнучкість і масштабність розрахунків[21].

Обчислювальний стовпець - це додатковий стовпець, який можна додати до існуючої таблиці в конструкторі моделей. Визначивши формулу DAX, обчислювальний стовпець отримує свої значення. Щойно вводиться правильна формула DAX, значення обчислюються для кожного рядка і зберігаються в моделі даних в пам'яті[22].

Обчислювані стовпці відіграють доволі значну роль у виконання розрахунків і додавання контекстної інформації до таблиць. Використовуючи формули DAX,

користувачі можуть отримати нові дані та розширити аналітичні можливості своєї моделі даних.

Для здобуття більшої кількості даних та їх деталізації було створено один обчислювальний стовпець та декілька мір. Серед мір це:

Міри для обчислення загальної кількості підприємств виробництва електроенергії у одній країні. На прикладі країни Китай була створена міра (рис.3.4)

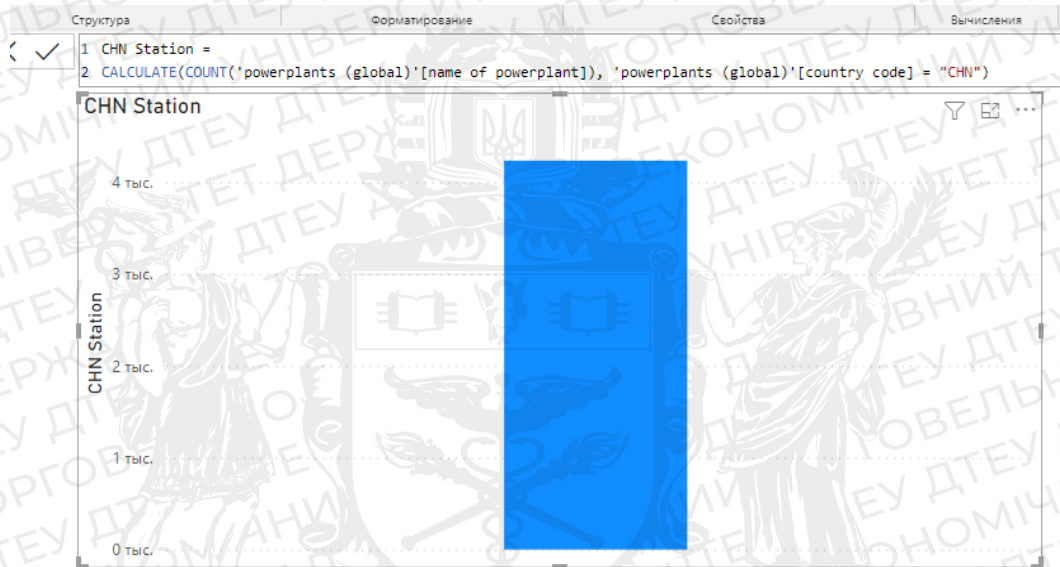


Рисунок 3.4 Міра для обчислення кількості станцій в країні

Далі було створено 5 мір для обчислення кількості станцій в країні Китай за типом виробництва електроенергії. Міри мають назву CHN {Type}-Station та обчислюється за допомогою функції COUNT() і фільтром який визначає тип саме цих станцій(рис.3.5, рис.3.6, рис.3.7, рис.3.8, рис.3.9)

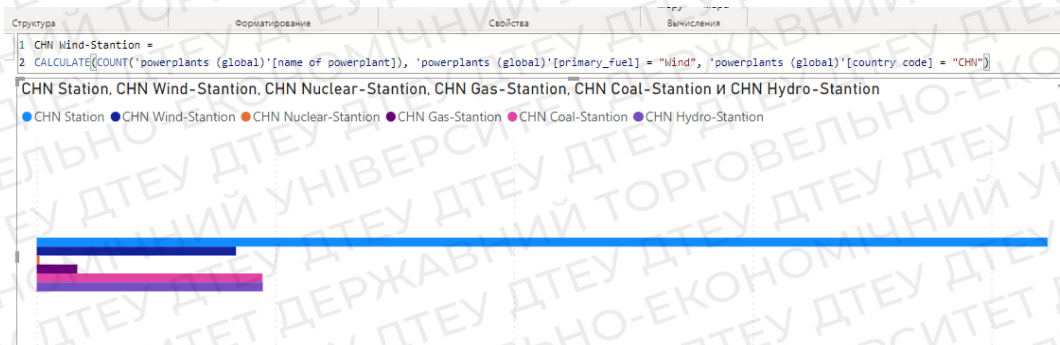


Рисунок 3.5 Міра для обчислення кількості вітряних електро станцій

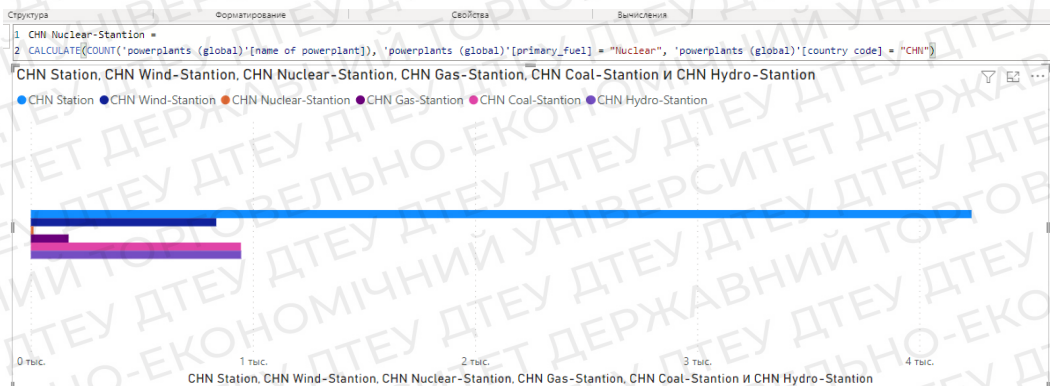


Рисунок 3.6 Міра для обчислення кількості ядерних електро станцій

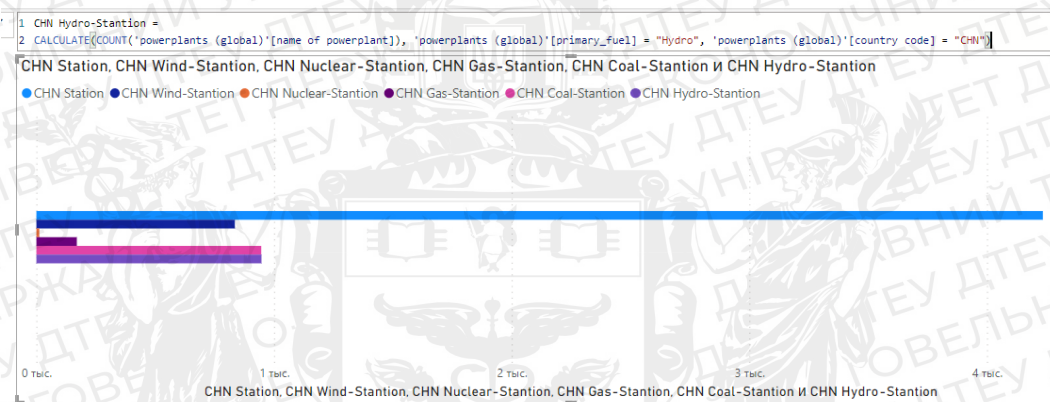


Рисунок 3.7 Міра для обчислення кількості водних електро станцій

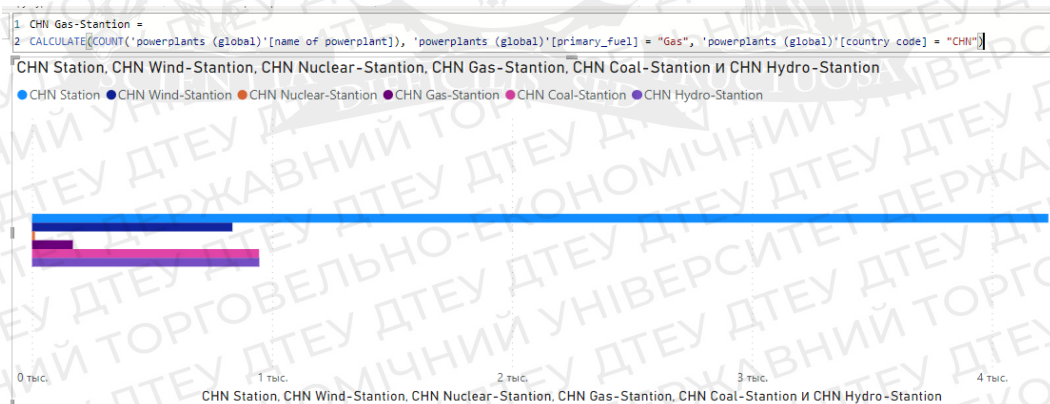


Рисунок 3.8 Міра для обчислення кількості газових електро станцій

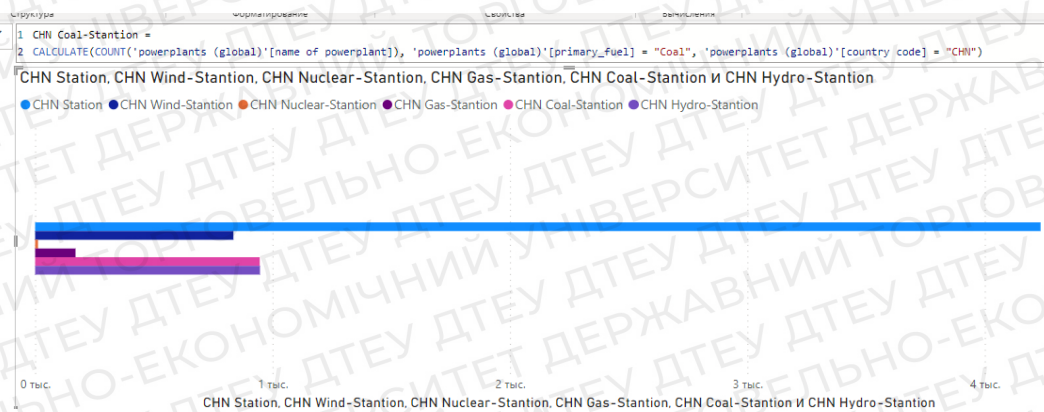


Рисунок 3.9 Міра для обчислення кількості вугільних електро станцій

Після виконання попередніх етапів можна перейти до створення візуалізації. Процес створення аналітичних звітів відбувається безпосередньо в робочому середовищі Microsoft Power BI. Візуальне середовище подібне до інших продуктів Microsoft, таких як Excel, Word тощо. Це те, що робить інших користувачів знайомими з платформою. У процесі створення хорошого звіту аналізу необхідно використовувати різні інструменти. Діаграми, графіки, гістограми, різні таблиці, інтерактивні карти, все це і багато іншого представлено у візуалізаторі.

Користувачі також можуть створювати обчислені показники та використовувати розширені аналітичні засоби, такі як прогнозування та кластеризація, щоб отримати більш глибоке розуміння своїх даних. На рисунку 3.10 зображено панель вибору інструментів візуалізації.

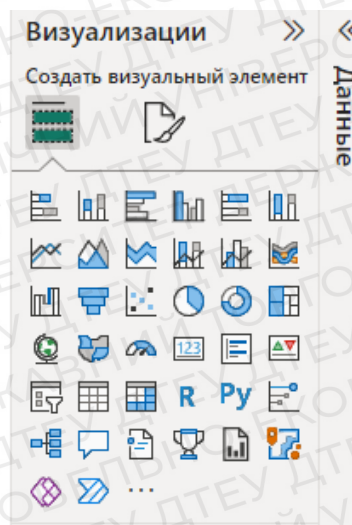


Рисунок 3.10 Панель вибору інструментів візуалізації

Результатом даного етапу є аналітичний звіт, який містить ! сторінки та наступні візуалізації:

Сторінка №1 «Виробництво електроенергії» містить звичайну стовпчасту гістограму, таблицю та два роздільники (рис.3.11).

Було додано таблицю з даними по країнам і рокам, які взаємодіють з роздільниками даних які фільтруються за роками та країною. В звіт було додано дві гістограми, одна з яких показує кількість виробленої електроенергії по рокам у світі, а інша горизонтальна гістограма показує кількість виробленої енергії по країнам

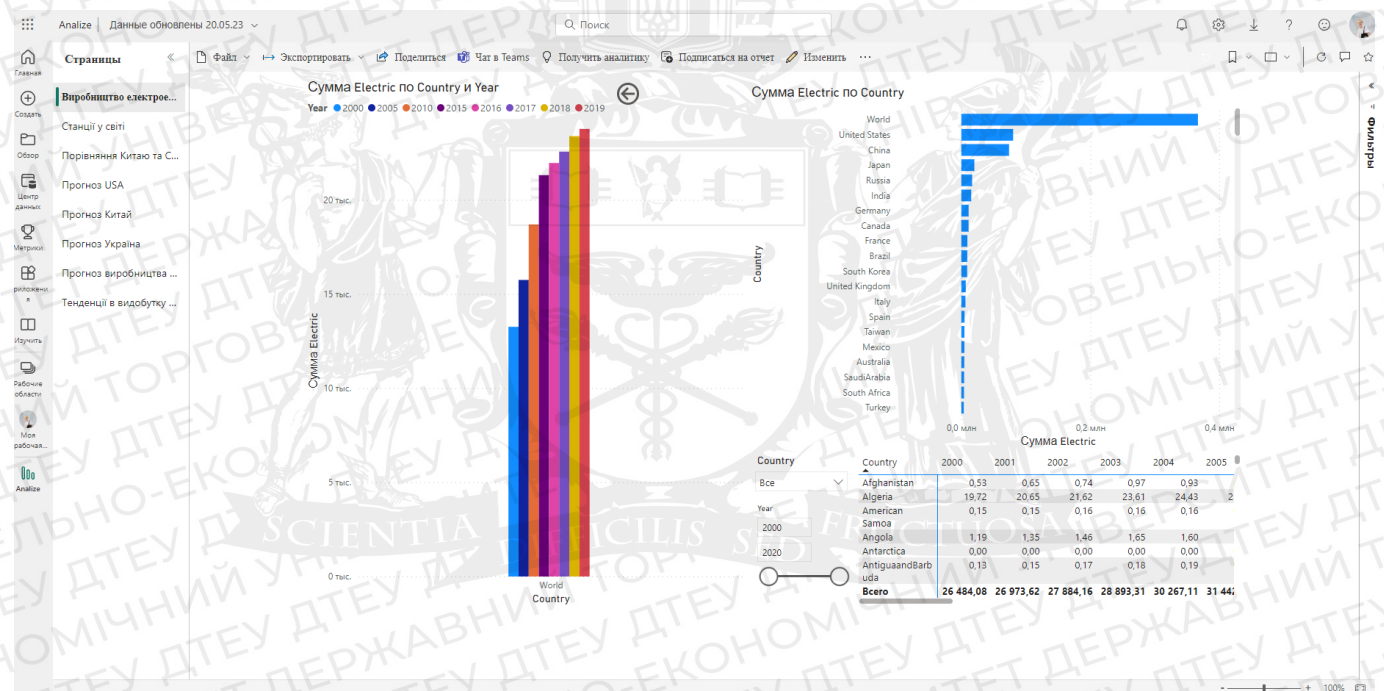


Рисунок 3.11 Перша сторінка опублікованого аналітичного звіту

Сторінка №2 містить карту, таблицю та два роздільники (рис.3.12).

Візуалізатор «карта» призначений для графічного відображення картографічних даних. Даний елемент відображає країни за типами електростанцій та за допомогою розміру «бульбашок» показано масштаб кількості станцій. Два фільтри допомагають визначити кожну країну та кожен тип станцій у світі. Було додано таблицю з даними по країнам, типам та кількостю електростанцій, які взаємодіють з роздільниками даних які фільтруються за типом та країною.

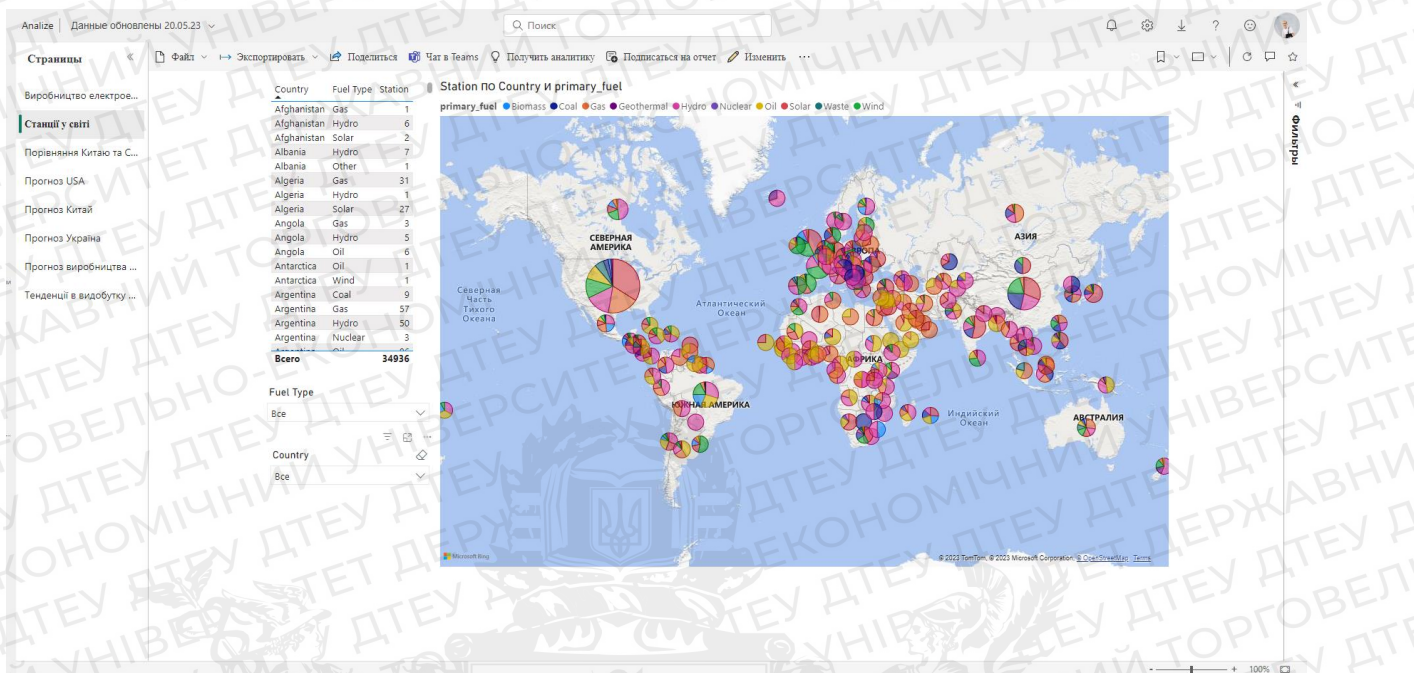


Рисунок 3.12 Друга сторінка опублікованого аналітичного звіту

Сторінка №3 демонструє аналіз двох лідерів серед країн світу з виробництва енергії – США та Китаю. Містить карту, графік виробництва по рокам, два роздільники та гістограму(рис.3.13).

Карта допомагає визначити місцезнаходження країн, на гістограмі зображено кількість станцій за типами, які були розраховані за допомогою міри «Station», графік демонструє як змінювалась тенденція виробництва енергії у цих країнах. Такого аналізу достатньо щоб побачити тенденцію зі збільшення виробництва в Китаї, хоча і кількість станцій там менша, але оскільки вугільна енергія одна із найефективніших, це дозволяє збільшувати кількісні результати з виробництва.

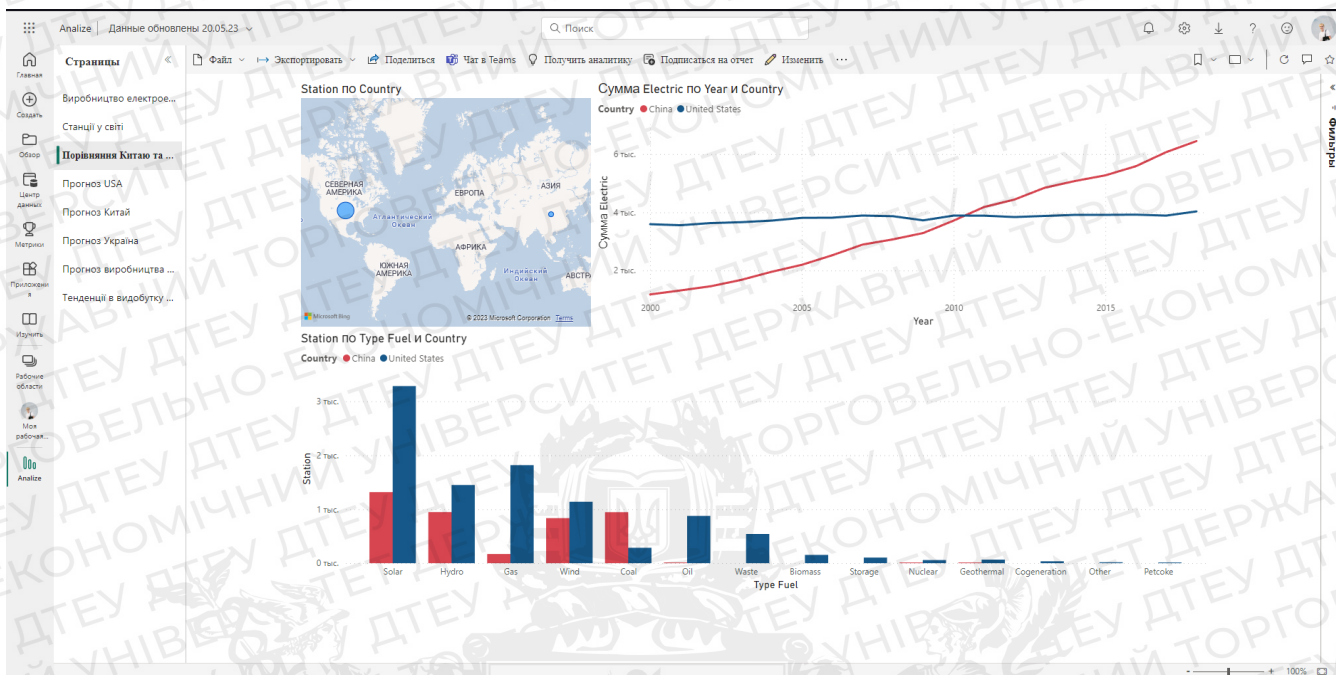


Рисунок 3.13 Третя сторінка опублікованого аналітичного звіту

Сторінка №4 графік виробництва електроенергії у США та прогноз(рис.3.14).

Звіт дозволяє переглянути виробництво енергії та прогноз що до зросту на основі даних з минулого.

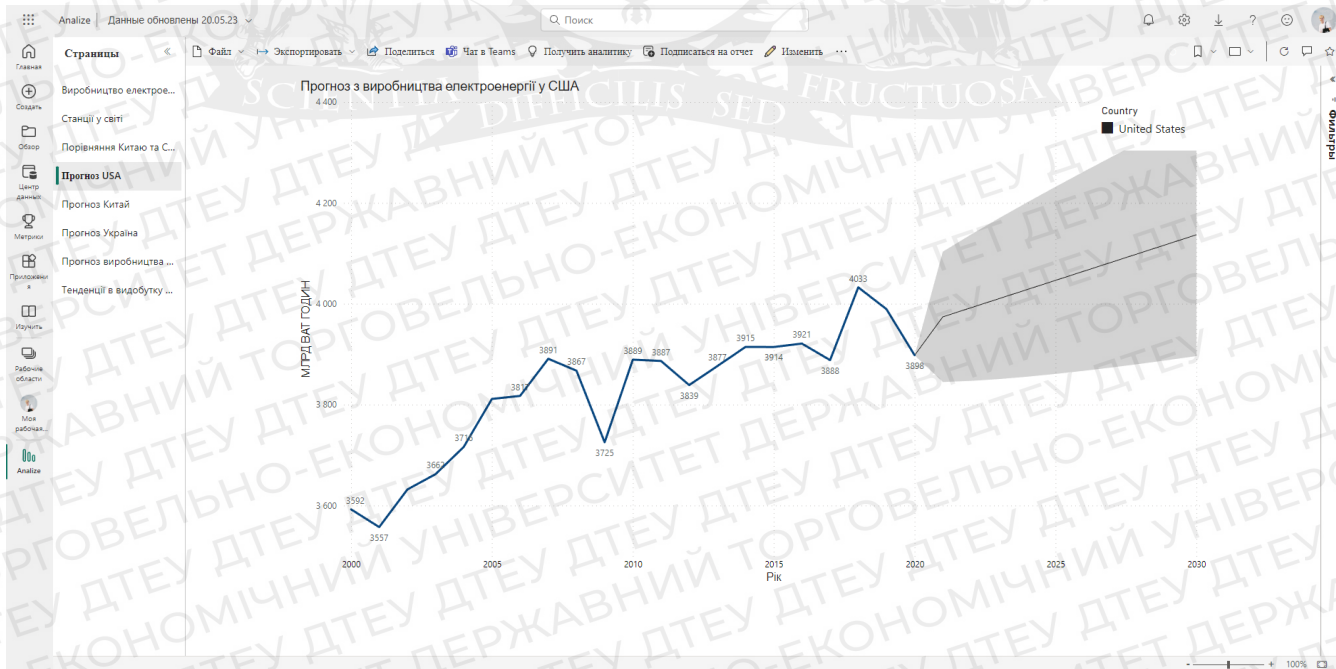


Рисунок 3.14 Четверта сторінка аналітичного звіту

Сторінка №5 графік виробництва електроенергії у Китаю та прогноз(рис.3.15).

Звіт дозволяє переглянути виробництво енергії та прогноз що до зросту на основі даних з минулого.

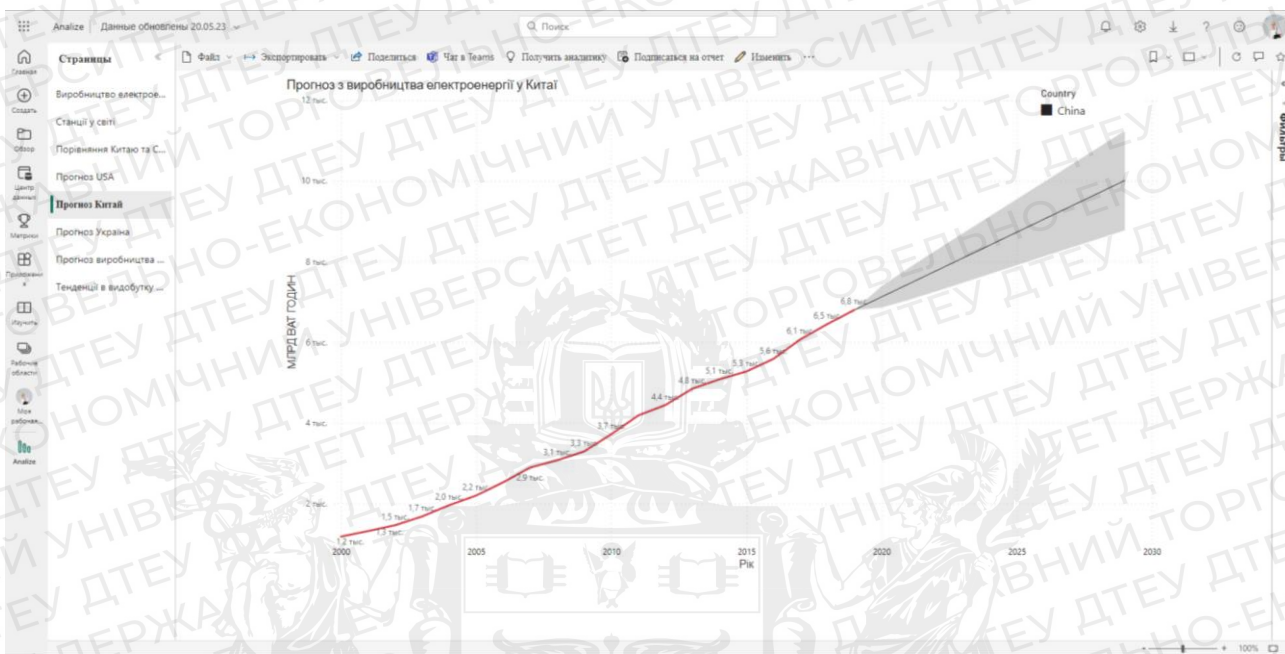


Рисунок 3.15 П'ята сторінка аналітичного звіту

Сторінка №6 графік виробництва електроенергії в Україні та прогноз(рис.3.16).

Звіт дозволяє переглянути виробництво енергії та прогноз на основі даних з минулого.

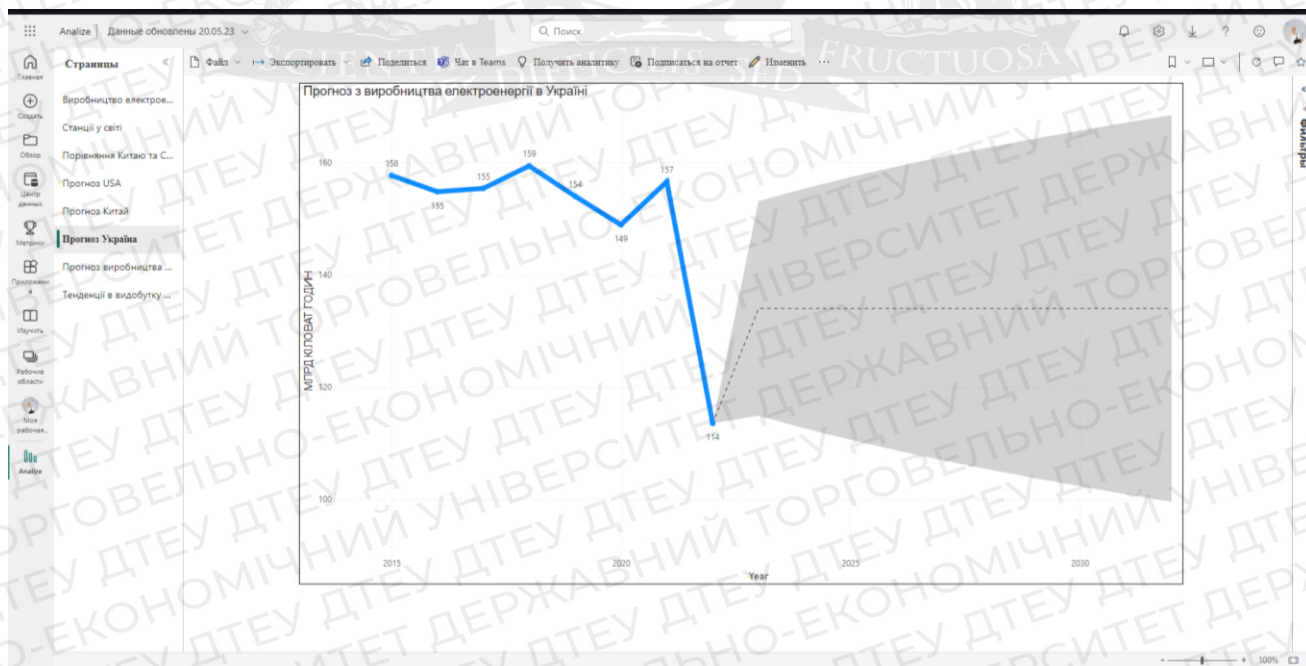


Рисунок 3.16 Шоста сторінка аналітичного звіту

Сторінка №7 графік виробництва електроенергії у світі та прогноз до 2050 року(рис.3.17).

Звіт дозволяє переглянути виробництво енергії та прогноз що до зросту на основі даних з минулого.

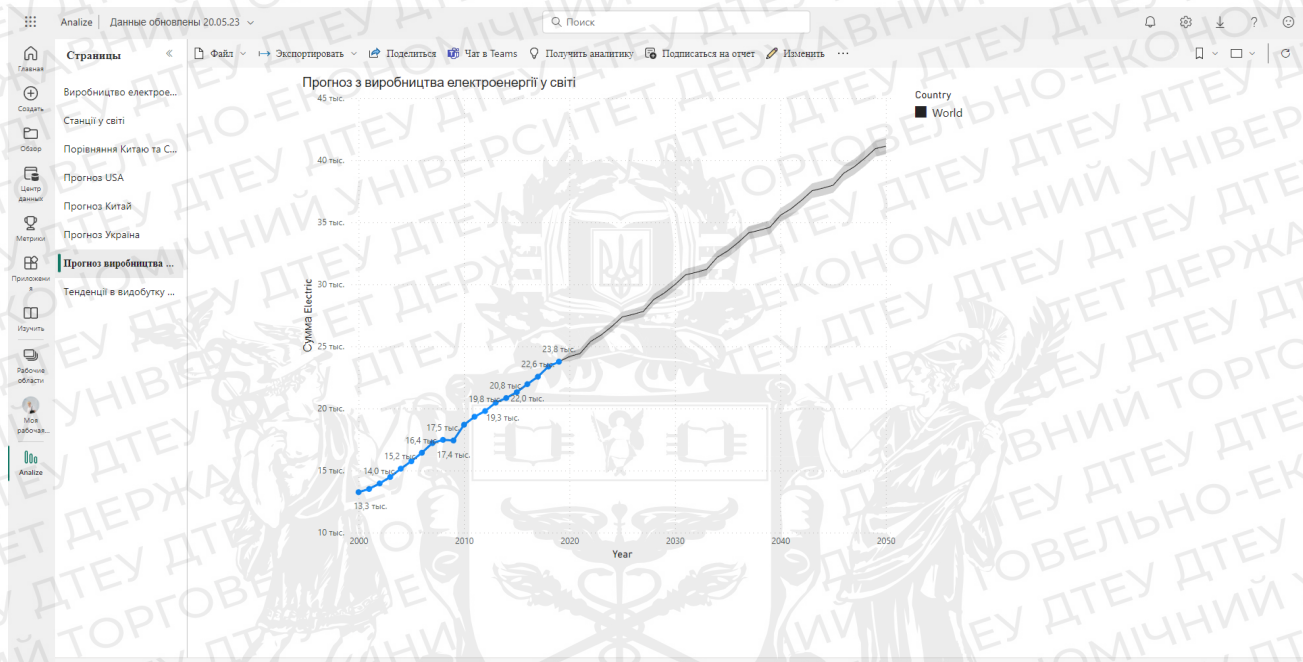


Рисунок 3.17 Сьома сторінка аналітичного звіту

Сторінка №8 графік тенденцій в видобутку енергії виробництва у світі(рис.3.18). Звіт дозволяє переглянути як змінились тенденції у сьогоднішній і до чого це приведе в майбутньому, графік дозволяє переглянути прогноз до 2050 року видубутої енергії за типами палива, зробити висновки що зміни тенденцій у бік ВДЕ, та скорочення використання горючих палив для виробництва електроенергії.

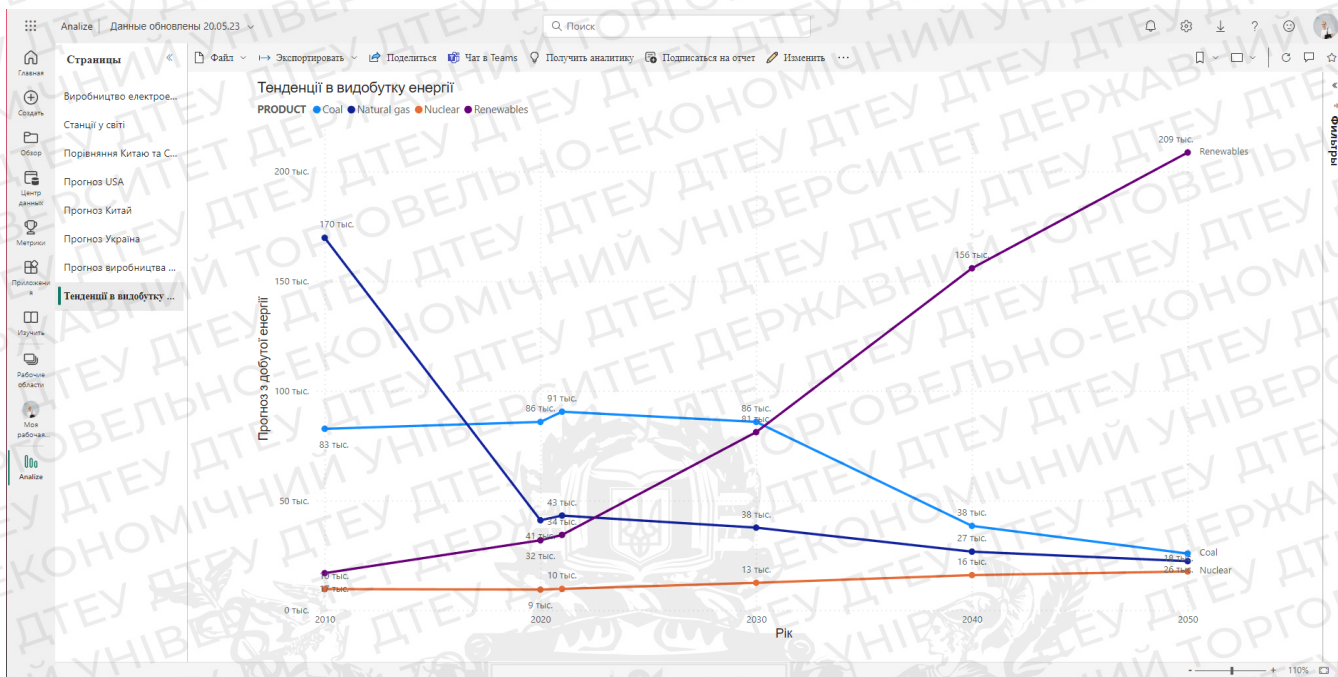


Рисунок 3.18 Восьма сторінка аналітичного звіту

Висновки

На основі інформації, яка зазначена вище, вдалося проаналізувати виробництво електроенергії у всьому світі, розглянути ключові показники за типами палива і країнами, та проаналізувати основні показники країн, зробити прогнози щодо виробництва електроенергії в майбутньому, та прогнози щодо типів використання палива.

В теоретичній частині випускної кваліфікаційної роботи було проведено класифікацію методів, описано основи програмування мовою DAX, огляд існуючих аналітичних платформ, які можуть бути використані для аналізу даних і побудови аналітичних звітів.

Аналіз даних показав, що виробництво електроенергії з кожним роком тільки зростає. В ході дослідження виявилось, що найбільше країна за виробництвом електроенергії є Китай, друге місце посіли США. Хоча за кількістю станцій та сумарним значенням за 20 років США є лідером, Китай з 2015го року почав обганяти США за виробництвом завдяки більшій кількості вугільних типів електростанцій, що вказує на лідерську тенденцію для Китаю. Якщо зволікати на тенденції, то США наростять порівняно з даними 2020 року приблизно 15-20% до 2025 року, тенденції Китаю в зростанні виробництва електроенергії дещо більші, порівняно з Сполученими Штатами – 20-25% приросту до 2025 року

Україна не є лідером серед країн світу по виробництву електроенергії у світі, але країна може похвастатися великою різноманітністю типів електростанцій, а серед країн по кількості ядерних реакторів – вона посідає восьме місце. Під час повномасштабного вторгнення країна-агресор росія використовує терористичні удари по електросистемі нашої держави, через це виробництво електроенергії у 2022 році впало на 30%. Оскільки немає точної інформації, на основі минулих даних та тенденцій можна припустити два розвитку подій:

1. Якщо удари по енергетиці припиняться, то можна спрогнозувати що Україна почне відновлення енергетики та вернеться на довоєнні показники у 2024-2025 роках.
2. Якщо ж удари будуть продовжуватися, або з будь яких інших причин процес відновлення не опчнеться – то порвінянно з показниками 2022 року можна спрогнозувати спад від 5% до 10% у 2025 році.

Спостерігаючи за загальними тенденціями, можна впевнено сказати що виробництво електроенергії у світі неспинно йде вперед. Розвиток промисловості та технологічний прогрес з кожним роком потребує все більше витрат.

Розвиток Відновлюваних Джерел енергії(ВДЕ) такої йже вперед - у 2050 році за прогнозами кількість видубутої енергії саме цим типом станцій буде кратно перевищувати вугільні, газові електростанції.

Останнім етапом у роботі з аналітичним звітом була його публікація. Було обрано власну робочу область Power VI як місце публікації створеного звіту.

SCIENTIA DIFFICILIS SED FRUCTUOSA

Список використаних джерел

1. Великі дані [Електронний ресурс] Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Великі_дані
2. U. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, and R. Uthurusamy, From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases 181–204. Menlo Park, Calif.: AAAIPress.
3. What Is Data Mining? How It Works, Benefits, Techniques, and Examples [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.investopedia.com/terms/d/datamining.asp>
4. Що таке Data Mining? [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://futurenow.com.ua/shho-take-data-mining-analiz-danyh>
5. Робота з мовою Python [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.geeksforgeeks.org/data-analysis-visualization-python/>
6. Робота з мовою R [Електронний ресурс] Режим доступу: https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/378105_599bcd2892bf46498a6371290149267d.html
7. Power BI automation tool [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://techexpert.ua/power-bi-automation-tool/>
8. What is Power BI? [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://powerbi.microsoft.com/ru-ru/what-is-power-bi/>
9. Power BI Overview [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>
10. Докорінна трансформація енергосистем, зростання ролі електрики та втрата росією ринків [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://ecoaction.org.ua/dokorinna-transformatsiia-enerhosystem.html>
11. Вугільна Електростанція [Електронний ресурс] Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Вугільна_електростанція
12. Атомна електростанція [Електронний ресурс] Режим доступу: https://vue.gov.ua/Атомна_електростанція
13. History of Power: The Evolution of the Electric Generation Industry [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.powermag.com/history-of-power-the-evolution-of-the-electric-generation-industry/>
14. Time history of Japanese primary energy consumption [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.researchgate.net/figure/Time-history-of-Japanese-primary-energy-consumption-together-with-its-energy-sources_fig2_282396941
15. "Annual Energy Review 2010," U.S. Energy Information Administration, [DOE/EIA-0384\(2010\)](https://www.eia.doe.gov/country/annual/2010) October 2011, Table 8.2.

16. Організація економічного співробітництва та розвитку [Електронний ресурс]
Режим доступу:
https://uk.wikipedia.org/wiki/Організація_економічного_співробітництва_та_розв_итку
17. Electricity production [Електронний ресурс] Режим доступу:
<https://www.iea.org/reports/electricity-information-overview/electricity-production>
18. Net Zero emissions 2050 [Електронний ресурс] Режим доступу:
<https://www.weforum.org/agenda/2021/05/net-zero-emissions-2050-iea/>
19. World energy outlook 2021 [Електронний ресурс] Режим доступу:
<https://www.iea.org/news/world-energy-outlook-2021-shows-a-new-energy-economy-is-emerging-but-not-yet-quickly-enough-to-reach-net-zero-by-2050>
20. CRISP [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.datascience-pm.com/crisp-dm-2/>
21. DAX Basics in Power BI [Електронний ресурс] Режим доступу:
https://www.tutorialspoint.com/power_bi/dax_basics_in_power_bi.htm
22. «DAX Patterns, Second Edition» Alberto Ferrari Marco Russo
<https://www.sqlbi.com/books/dax-patterns-second-edition/>
23. Частка одного постачальника на ринку ядерного палива України
<https://data.gov.ua/dataset/e23f311d-0fb4-44ae-abad-ef2c90fa11b4>
24. Частка енергії, виробленої з відновлюваних джерел, у загальному кінцевому споживанні енергії [Електронний ресурс] Режим доступу:
<https://data.gov.ua/dataset/98493336-e018-45da-b78a-d1cd2b61ea16>
25. Виробництво електроенергії [Електронний ресурс] Режим доступу:
<https://data.gov.ua/dataset/fafe1df5-0ff8-4290-a763-3a60d1999261>
26. International Energy Agency (IEA) [Електронний ресурс] Режим доступу:
<https://www.iea.org/>
27. U.S. Energy Information Administration [Електронний ресурс] Режим доступу:
<https://www.eia.gov/international/data/world>
28. World Nuclear Association [Електронний ресурс] Режим доступу:
<https://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/world-nuclear-power-reactors-and-uranium-requireme.aspx>
29. Renewable Energy World [Електронний ресурс] Режим доступу:
<https://www.renewableenergyworld.com/>
30. Energy.gov [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.energy.gov/>
31. National Renewable Energy Laboratory (NREL) [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.nrel.gov/>