

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіoeлектроніки,
Факультет комп'ютерних наук і технологій
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра програмних засобів
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)
магістр
(ступінь вищої освіти)

на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ
ЗАСОБІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ
ЕНЕРГОАУДИТУ
RESEARCH AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF
VISUALIZATION TOOLS FOR ENERGY AUDIT

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи КНТ-220м
Спеціальності 122 Комп'ютерні науки
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Системи штучного інтелекту

Волков П. С.
(прізвище та ініціали)

Керівник Терещенко Е.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Поляков М. О.
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет ПРЕ, ФКНТ
Кафедра програмних засобів
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Системи штучного інтелекту
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ПЗ, д.т.н, проф.
С.О. Субботін
“ ” 2021 року

З А В Д А Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Волков Павло Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження та програмна реалізація засобів візуалізації для проведення енергоаудиту. Research and Software Implementation of Visualization Tools for Energy Audit

керівник проєкту (роботи) Терещенко Еліна Валентинівна, к.ф.-м.н., доцент.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “05” листопада 2021 року № 435

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 5 грудня 2021 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) рекомендована література, технічне завдання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз предметної області та постановка задач. 2. Дослідження засобів інформаційних технологій в енергоаудиті. 3. Опис програмного застосунку. 4. Реалізація програмного застосунку. 5. Експлуатація програмного застосунку. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Слайди презентації

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-5 Основна частина	Терещенко Е.В., доцент		
Нормоконтролер	Белова А.В., асистент		

7. Дата видачі завдання “ 4 ” вересня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Пр імітка
1	Постановка завдання роботи.	1 тиждень	Завдання, ТЗ
2	Аналіз предметної області.	2–3 тижні	Розділ 1
3	Розробка та удосконалення методів, моделей й алгоритмів вирішення задачі.	4–5 тижні	Розділ 2
4	Розробка архітектури програми.	6 тиждень	Розділ 3
5	Розробка програми.	7–8 тижні	Розділ 4
6	Тестування та експериментальне дослідження програмного забезпечення.	9 тиждень	Розділ 5
7	Оформлення пояснювальної записки та документів до неї.	12-13 тиждень	Додатки
8	Нормоконтроль та рецензування.	14–15 тижні	
9	Захист роботи.	16 тиждень	

Студент(ка)

Волков П.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

Терещенко Е.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра: 70 с., 2 табл., 37 рис., 2 дод., 14 джерел.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСОБІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГОАУДИТУ, АНАЛІТИЧНА ПАНЕЛЬ, МОНІТОРИНГ, РИЗИК, ЕНЕРГОАУДИТ.

Об'єкт дослідження – проведення енергоаудиту підприємства металургійної галузі.

Предмет дослідження – програмні продукти для проведення енергоаудиту підприємства металургійної галузі.

Мета роботи – розробка програмного продукту – аналітичної панелі моніторингу та прогнозування ризиків перевитрат енергоспоживання підприємства металургійної галузі.

Матеріали, методи та технічні засоби – мови програмування Javascript та бібліотека plotly.js.

Розроблено аналітичну панель для моніторингу та прогнозування ризиків перевитрат енергоспоживання підприємства металургійної галузі, яка дозволяє проводити:

а) моніторинг добового споживання електроенергії:

- 1) відображення абсолютного значення споживання електроенергії кВт;
- 2) відображення абсолютного значення ринкової ціни на електроенергію;
- 3) відображення прогнозованого значення споживання електроенергії кВт;
- 4) відображення прогнозованого значення ринкової ціни на електроенергію;

5) відображення відхилення прогнозованого та фактичного значення споживання електроенергії кВт;

6) відображення ціни відхилення (ризик перевитрат за неточності прогнозу) прогнозованого та фактичного значення споживання електроенергії кВт;

б) аналіз даних:

1) аналіз часового ряду абсолютного значення споживання електроенергії кВт за добу;

в) прогнозування:

1) абсолютного значення споживання електроенергії кВт.

Висновки: розроблено аналітичну панель для моніторингу та прогнозування ризиків перевитрат енергоспоживання підприємства металургійної галузі.

Галузь використання – енергоаудит на виробництві.

ABSTRACT

Explanatory note to the diploma qualifying work of the master: 70 pages, 2 tables, 37 figures, 2 appendixes, 14 sources.

RESEARCH AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF
VISUALIZATION TOOLS FOR ENERGY AUDIT, ANALYTICAL PANEL,
MONITORING, RISK, ENERGY AUDIT.

The object of research is to conduct an energy audit of a metallurgical enterprise.

The subject of research - the program of products for energy audit of the metallurgical industry.

The purpose of the work is to develop a software product - an analytical monitoring panel and forecast the risks of energy consumption overconsumption of the metallurgical industry.

Materials, methods and technical means - new Javascript programming and plotly.js library.

An analytical panel for monitoring and forecasting risks of energy consumption of the metallurgical industry has been developed, which allows to conduct:

- a) monitoring of daily electricity consumption:
 - 1) reflection of the absolute value of electricity consumption kW;
 - 2) reflection of the absolute value of the market price of electricity;
 - 3) display of forecasts of significant electricity consumption;
 - 4) display of forecasts of significant market prices for electricity;
 - 5) the image of the display of forecasts and the actual value of electricity consumption;

6) display of information on the status (risk of overspending for forecast inaccuracy) of the forecast and the actual value of the recognition of electricity kW;

b) data analysis:

1) analysis of the time series of the absolute value of electricity consumption per day;

c) forecasting:

1) the absolute value of electricity consumption kW.

Conclusions: developed an analytical panel for monitoring and forecasting the risks of overconsumption of energy consumption of the metallurgical industry.

Field of use - energy audit in production.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК

- SMA - Просте ковзне середнє;
- ERP - Enterprise Resource Planning, система планування ресурсів підприємства;
- SAP - Системи, програми та продукти в обробці даних;
- ДСС - ПАТ «Дніпроспецсталь»;
- DVS - Система візуалізації даних.

ЗМІСТ

Перелік скорочень та умовних позначок.....	8
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ	13
1.1 Проблема енергоефективності в металургійній промисловості.....	13
1.2 Енергоаудит	15
1.3 Метод аналізу, прогнозування представлення даних	18
1.3.1 Просте ковзне середнє.....	18
1.3.2 Зважене ковзне середнє.....	20
1.3.3 Експоненційне ковзне середнє	20
1.4 Поняття системи візуалізації даних.....	21
1.5 Висновки з розділу 1	22
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВЕНЕРГОАУДИТІ	23
2.1 Огляд існуючих систем візуалізації даних	23
2.1.1 Огляд системи системі візуалізації Google Data Studio	23
2.1.2 Огляд системи системі візуалізації Power BI.....	25
2.1.3 Опис системи Ploty	26
2.1.4 Опис системи ChartBlocks.....	28
2.2 Порівняльна таблиця систем візуалізації.....	29
2.3 Висновки з розділу 2	30
3 ОПИС ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУНКУ	31
3.1 Вибір мови програмування для реалізації програмного застосунку.....	31
3.2 Вибір технологій для реалізації програмного застосунку.....	32
3.2.1 JavaScript.....	32
3.2.2 Plotly.js	34
3.2.3 WebGL.....	34

	10
3.3 Розробка концептуальної моделі аналітичної панелі	35
3.3.1 Моніторинг	35
3.3.2 Розрахунки.....	36
3.3.3 Аналіз часового ряду	36
3.3.4 Прогнозування	37
3.6 Висновки з розділу 3	39
4 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУНКУ	40
4.1 Реалізація моніторингу добового споживання	40
4.2 Реалізація аналізу даних	41
4.3 Реалізація прогнозування даних	43
5 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУНКУ	46
5.1 Призначення програми	46
5.2 Умови виконання програми	46
5.3 Інтерфейс застосунку	46
5.4 Використання застосунку	47
ВИСНОВКИ	49
Перелік джерел посилання.....	50
Додаток А Текст програми	52
Додаток Б Слайди презентації.....	62

ВСТУП

Промислові процеси чорної та кольорової металургії відрізняються значними потребами в енергетичних ресурсах, зокрема електричної і теплової енергії. Першочерговим завданням для забезпечення економічного зростання металургійної промисловості, підвищення конкурентоспроможності продукції та зменшення залежності від постачальників енергоресурсів є задача енергозбереження на металургійному виробництві [1]-[3]. Енергетична стратегія України на період до 2030 року спрямована на зменшення споживання енергоресурсів в економіці на 30–35% завдяки підвищенню енергоефективності [1]. У дисертаційному дослідженні Кійко С.Г., що було виконано у Приватному акціонерному товаристві «Електрометалургійний завод “Дніпроспецсталь” ім. А.М. Кузьміна», була розроблена концептуальна модель аналізу енергоспоживання, яка базується на поточному моніторингу й прогнозу енергоспоживання в режимі реального часу з метою керування енергозбереженням на металургійному підприємстві [1]. Інструментом організації енергоекономічних зв'язків між процесами енергоспоживання та енергозбереження є механізм прогнозової адаптації при комплексному управлінні енергоспоживанням металургійного підприємства.

Об'єкт дослідження – проведення енергоаудиту підприємства металургійної галузі.

Предмет дослідження – програмні продукти для проведення енергоаудиту підприємства металургійної галузі.

Мета роботи – розробка програмного продукту - аналітичної панелі моніторингу та прогнозування ризиків перевитрат для проведення енергоаудиту підприємства металургійної галузі.

Задачі, які дозволяє розв'язувати аналітична панель, та інформація, що має бути представленою:

- а) проведення моніторингу добового споживання електроенергії:

- 1) відображення абсолютного значення споживання електроенергії кВт;
 - 2) відображення абсолютного значення ринкової ціни на електроенергію;
 - 3) відображення прогнозованого значення споживання електроенергії кВт;
 - 4) відображення прогнозованого значення ринкової ціни на електроенергію ;
 - 5) відображення відхилення прогнозованого та фактичного значення споживання електроенергії кВт;
 - 6) відображення ціни відхилення (ризик перевитрат за неточності прогнозу) прогнозованого та фактичного значення споживання електроенергії кВт;
- б) аналіз даних:
- 1) аналіз часового ряду абсолютного значення споживання електроенергії кВт за добу;
- в) прогнозування:
- 1) абсолютного значення споживання електроенергії кВт.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ

1.1 Проблема енергоефективності в металургійній промисловості

Металургійні підприємства є великими споживачами електричної і теплової енергії, тому вирішення задач енергозбереження неможливо без розробки комплексної програми за основними напрямками енергозбереження з обов'язковою координацією їх з програмою розвитку основного виробництва. Гострота вирішення цих питань викликана необхідністю поліпшення економічної стабільності підприємств, підвищення конкурентоспроможності продукції та зменшення залежності від постачальників енергоресурсів [1].

Технологічні процеси в металургійній промисловості відрізняються підвищеною питомою витратою енергії, тому питанням енергозбереження та енергоефективності на металургійних підприємствах надається особлива актуальність [3].

Рішення проблеми енергоефективності вимагає створення і впровадження відповідних механізмів управління на рівні металургійного підприємства, що дозволяють координувати і регулювати процес енергоспоживання. Досвід країн Євросоюзу і США показав серйозні успіхи в цій галузі, які виражаються в нормативних актах і бюджетно-податковому регулюванні. Сьогодні вкрай затребуване застосування таких механізмів в практиці управління енергоспоживанням [1].

На рисунку 1.1 наведено систему заходів по забезпеченню ефективності функціонування системи енергоменеджменту на металургійному підприємстві (рисунк 1.1) [1].



Рисунок 1.1 – Ефективна система управління в галузі енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності

У загальному випадку треба також:

- створення законодавчої бази енергозбереження [1].
- розробка і реалізація державних і галузевих програм енергозбереження [1].
- створення фондів енергозбереження для консолідації фінансових коштів усіх рівнів з метою впровадження енергозберігаючих проєктів [1].
- створення центрів енергозбереження, інноваційних кластерів, покликаних здійснювати науково-методичний супровід і координацію енергозберігаючої політики відповідного рівня [1].

На даний час більшість підприємств мають службу головного енергетика (відділ, управління), яка займається поточними питаннями надійного функціонування енергоспоживача. Вирішення поставлених завдань стає можливим, якщо при формуванні системи енергоменеджменту в організації були дотримані і реалізовані базові принципи, що забезпечують надалі її ефективне функціонування [1].

1.2 Енергоаудит

Енергоаудит проводиться для того, щоб:

- скоротити споживання енергоресурсів (тепла, електроенергії, газу, твердого палива) і як наслідок, скоротити фінансові витрати на них [4].
- підвищити рівень комфорту і поліпшити мікроклімат в приміщенні або окремих приміщеннях [4].
- скоротити витрати енергоресурсів [4].

Енергоаудит дозволяє відповісти на такі питання: зменшення витрат на оплату енергоресурсів; зменшення споживання газу, електроенергії, тепла ;обґрунтування рекомендацій до проведення ремонтних робіт, що пов'язані з утепленням будівлі; якість проведених робіт з енергозберігання [5].

Етапи проведення енергоаудиту. Процедура енергетичного аудиту передбачає такі етапи [6]. Етап узгодження, який включає попередній огляд об'єкта. Збір даних про об'єкт [6]. На цьому етапі вивчається технічна і будівельна документація об'єкта, а також проводиться огляд огорожувальних конструкцій [6]. Тепловізійне обстеження огорожувальних конструкційна предмет місць витоків тепла або надходження холоду. Енергетичний аудит опалювального обладнання, інспекція системи опалення та приладів обліку тепла, для виявлення ділянок наднормативних тепловтрат.Енергетичне обстеження електроустаткування [6]. В результаті надаються дані про споживання електроенергії, визначається відповідність електричних мереж нормам безпеки [6]. На етапі складання звіту проводиться комплексний аналіз отриманих даних і розробляється конкретизований перелік доцільних енергозберігаючих заходів [6].

В рамках підприємства енергоаудит включає такі етапи [1].

1. Узгодження завдань енергообстеження, визначення обсягів робіт, фінансування, збір, аналіз інформації, отримання та обробку результатів обстеження, складання енергетичного паспорта підприємства [1].

2. Моніторинг енергоспоживання [1].

3. Аналіз виконання плану енергозбереження, аналіз результативності енергозберігаючих заходів[1].

Процес аналізу енергоспоживання та енергозбереження на підприємстві включає (рисунок 1.2):

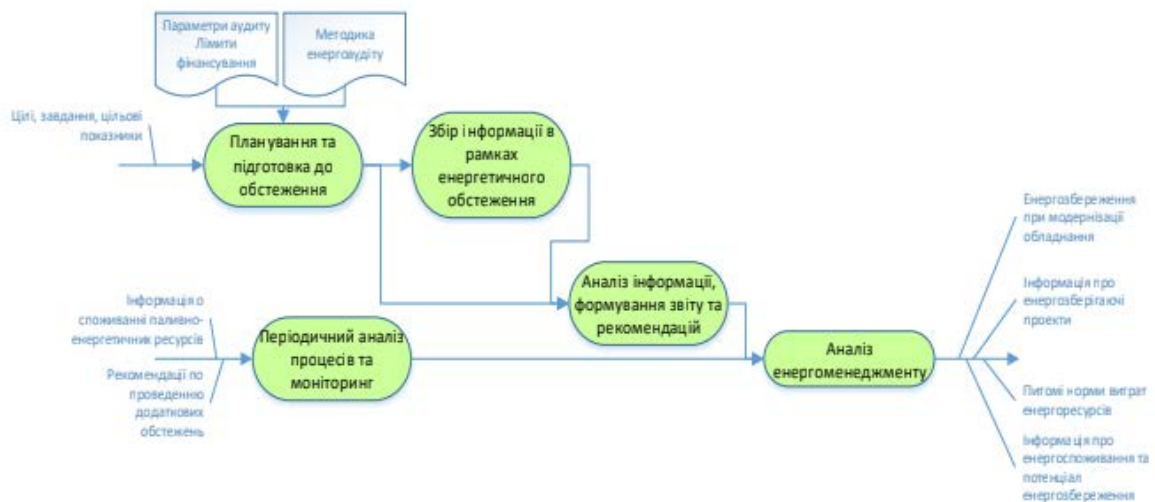


Рисунок 1.2 – Процес розробки заходів енергозбереження

План енергозбереження оптимізується за допомогою розроблених методів та моделей для максимізації досягнутої економії з використанням узгоджених раніше заходів та урахуванням наступних обмежень: обмеження по фінансуванню (проекти енергозбереження повинні задовольняти можливостям фінансування, відповідати критерію ефективності); цільова величина економії енергії, з урахуванням пов'язаних зменшень витрат ресурсів [1]. Так як параметри проєктів визначені на попередньому етапі, то узгоджуватися повинні результати застосування розроблених моделей прогнозування та оптимізації [1]. Проекти енергозбереження узгоджуються з виробничими підрозділами, з фінансово-економічним відділом [1]. План енергозбереження є документом, який включає: цільові показники; план виконання робіт; фінансовий план. Процес реалізації плану енергозбереження включає такі етапи [1].

1. Розподіл ролей (призначення відповідальних, виконавців) [1].
2. Укладання договорів поставки і підряду [1].
3. Виділення та розподіл ресурсів (співробітників, матеріально-технічних ресурсів, фінансових коштів) [1].
4. Виконання робіт, поставка, монтаж і пусконаладження обладнання.
5. Супровід виконання проєктів [1].
6. Здача-приймання виконаних робіт. Процес контролю виконання програми енергозбереження. Включає приймання реалізованих заходів всередині організації, порівняння результатів впровадження заходів з поставленими завданнями [1].

Отримані результати оформляються для звіту, використовуються керівництвом в якості вхідних параметрів процесів енергозбереження та організації енергозбереження [1]. Контроль здійснюється з різним часовим інтервалом: оперативний (поточний), періодичний (квартал/півріччя), щорічний (звітний період) [1]. Процес енергозбереження повинен бути впроваджений в систему процесів підприємства, що вимагає їх реорганізації [1]. Процес забезпечення процесу енергозбереження включає підпроцеси відповідно до функцій управління: планування, організація, мотивація, контроль [1]. Підпроцес постановки цілей і завдань системи енергоменеджменту. Цей підпроцес встановлює орієнтири для процесу енергозбереження, зокрема, цільові показники, обсяг виконуваних робіт (поточних витрат і інвестицій) на основі узгодження цілей енергоменеджменту та стратегічних цілей підприємства. Процеси забезпечення процесу енергозбереження повинні бути спрямовані на надання необхідних ресурсів [1].

1.3 Метод аналізу, прогнозування представлення даних

Метод аналізу часових рядів ковзне середнє дозволяє визначити тенденції. Існує декілька видів ковзних середніх [9]:

- просте ковзне середнє (SMA);
- експоненційне ковзне середнє (EMA);
- зважене ковзне середнє (WMA);
- трикутне ковзне середнє (TMA);
- адаптивне ковзне середнє (AMA);
- синус-зважене ковзне середнє (SWMA);
- ковзне середнє кінцевої точки (EPMA);
- та інші, менш поширені, з яких найбільш поширеними є перші три.

1.3.1 Просте ковзне середнє

Просте ковзне середнє (англ. Simple Moving Average – SMA) – є одним з найбільш простих і популярних індикаторів в технічному аналізі [9]. SMA є середнім арифметичним від показників за певний період [9]. SMA відноситься до класу індикаторів, які слідує за трендом, воно допомагає визначити початок нової тенденції і її завершення, за його кутом нахилу можна визначити силу (швидкість руху), воно ж в якості основи (або згладжуючого фактору) застосовується у великій кількості інших технічних індикаторів. Іноді ковзне середнє називають лінією тренду [9] (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Процес розробки заходів енергозбереження [9]

Формула простого ковзного середнього (1.1):

$$SMA = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}, \quad (1.1)$$

де P_i – ціни на ринку;

n – основний параметр – довжина згладжування або період SMA (кількість показників, що входять у розрахунок ковзного). Іноді цей параметр називають порядком змінного середнього [9].

Просте ковзне середнє є середнім арифметичним від показників за певний період [9]. SMA являє собою якийсь показник рівноваги за певний період, чим коротше SMA, тим за менший період береться рівновага. Усереднюючи показники, воно завжди слідує за головною тенденцією ринку, фільтруючи дрібні коливання [9]. Чим менший параметр SMA (коротке ковзне середнє), тим швидше воно визначає нову тенденцію, але й одночасно робить більше помилкових коливань, і навпаки чим більший параметр (довге ковзне середнє), тим повільніше визначається новий тренд, але надходить менше помилкових коливань [9].

1.3.2 Зважене ковзне середнє

Зважене ковзне середнє (англ. Weighted Moving Average – WMA)[9]. Одним з недоліків SMA є присвоєння при його розрахунку всім показникам однакових ваг при усередненні незалежно від того, ближче чи далі вони від поточного моменту [9]. Цей недолік усунуто у зваженому ковзному середньому. WMA, таким чином, є звичайною модифікацією SMA з вагами підібраними так, що останні показники мають більшу вагу [9].

Зважене ковзне середнє визначається за формулою (1.2):

$$WMA = \frac{\sum_{i=1}^n P_i * W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}, \quad (1.2)$$

де P_i – значення показників i -періодів тому, (i сьогодні = 1);

W_i – значення ваг для показників i -періодів тому.

Зважене ковзне середнє являє собою арифметичне зважене коливань показників за певний період. В якості аналітичного інструменту воно знімає частину недоліків звичайного ковзного, але не усуває їх повністю [9].

1.3.3 Експоненційне ковзне середнє

Експоненційне ковзне середнє (англ. Exponential Moving Average – ЕМА) зменшує помилку, надаючи більшу вагу останнім показникам у порівнянні з більш далекими показниками [9]. Цей метод дозволяє більш швидко реагувати на поточні зміни показників в порівнянні з SMA [9]. Вага, що надається останньому показникові, залежить від періоду ковзної середньої [9]. Чим коротший період ЕМА, тим більша вага надаватиметься останньому показникові [9].

Експоненційне ковзне середнє може бути визначене двома шляхами – як відсоткове ковзне середнє або як періодичне ковзне середнє. Відповідно в

відсотковому ковзному, єдиним параметром є вага (відсоток), а в періодному – період КС [9].

Основна формула виглядає так (1.3):

$$EMA = \frac{EMA_{i-1} * (n-1) + 2 * P_i}{n+1}, \quad (1.3)$$

де EMA – експонентна ковзна середня;

P_i – значення показників в i -му періоді;

n – період розрахунку;

EMA_{i-1} – значення ЕМА попереднього періоду [9].

Необхідно зазначити, що теоретично в розрахунку цієї ковзної використовуються всі показники, за весь період її побудови і, незважаючи на те, що вплив старих показників зникає з часом, він не зникає до кінця [9]. Ефект старих показників зникає швидше для більш коротких ЕМА, в порівнянні з більш довгими [9]. На реальному графіку різниця між SMA і ЕМА не дуже велика, хоча і є присутня. Вважається, що експоненційне ковзне все ж краще відображає показники при інших рівних умовах, оскільки вплив кожного попереднього показника убиває експоненційно з його віддаленістю від поточного показника [9].

1.4 Поняття системи візуалізації даних

Візуалізація даних – це наочне представлення масивів різної інформації. Існує кілька типів візуалізації [10] - [11].

1. Звичайне візуальне подання кількісної інформації у схематичній формі. До цієї групи можна віднести всім відомі кругові та лінійні діаграми, гістограми та спектрограми, таблиці та різні точкові графіки [9].

2. Дані при візуалізації можуть бути перетворені на форму, що посилює сприйняття та аналіз цієї інформації. Наприклад, карта та полярний графік, тимчасова лінія та графік з паралельними осями, діаграма Ейлера [9].

3. Концептуальна візуалізація дозволяє розробляти складні концепції, ідеї та плани за допомогою концептуальних карт, діаграм Ганта, графів із мінімальним шляхом та інших подібних видів діаграм [9].

4. Стратегічна візуалізація перекладає візуальну форму різні дані про аспекти роботи організацій. Це різноманітні діаграми продуктивності, життєвого циклу та графіки структур організацій [9].

5. Графічно організувати структурну інформацію за допомогою пірамід, дерев та карт даних допоможе метафорична візуалізація, яскравим прикладом якої є карта метро [9].

6. Комбінована візуалізація дозволяє об'єднати кілька складних графіків в одну схему, як у карті із прогнозом погоди [9].

1.5 Висновки з розділу 1

Грунтуючись на розглянутих основних принципах засобів енергоаудиту та методів аналізу даних, можна зробити висновок, що введення системи візуалізації даних моніторингу та прогнозу буде корисним для проведення оперативних дій щодо підтримки енергоефективності виробництва.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕНЕРГОАУДИТІ

2.1 Огляд існуючих систем візуалізації даних

Кожен день людина переробляє велику кількість візуальної інформації: від етикеток на продуктах до звітів Всесвітньої організації охорони здоров'я [13]. Інформацію треба подавати так, щоб вона відображала закладений в неї зміст прозоро [13].

Якщо ви шукаєте спосіб просто і зрозуміло розповісти про складні дані, географію, пояснити неочевидні взаємозв'язки, складні або прості ідеї, то вам потрібна візуалізація. Вона зручна тим, що відразу привертає увагу до ключового послання, демонструє закономірності, які важко вловити в тексті або в таблиці з цифрами [13].

Існує багато спеціальних інструментів для візуалізації: деякі з них зовсім прості: потрібно тільки завантажити дані та вибрати, як вони будуть відображатися. Інші програми більш складні і комплексні — вимагають настройки і, наприклад, знань JavaScript [13].

2.1.1 Огляд системи системи візуалізації Google Data Studio

Google Data Studio-це найпростіший безкоштовний сервіс візуалізації даних, який дозволяє швидко зводити, аналізувати та візуалізувати дані в інтерактивній панелі керування (рисунок 2.1) [11]. Формат даних. Сервіс підтримує понад 17 власних конекторів та більше сотні різних джерел баз даних партнерів. Наприклад, Google Реклама, Google Таблиці, Cloud SQL, MySQL, Google Sheets, Search Console, YouTube Analytics, Facebook Ads, Instagram, Google Analytics, Яндекс.Метрика, Яндекс.Директ, файл CSV, PostgreSQL, Adwords API, Attribution 360 та інші [11].

Плюси:

- сервіс безкоштовний та інтуїтивний [11];

- не потрібно мати глибоке розуміння синтаксису програмування для використання сервісу [11];
- добре інтегрується із продуктами Google [11];
- можна налаштовувати власні шаблони [11];
- сервіс постійно оновлюється [11];
- можливість налаштовувати перегляд та публікацію звітів, бачити зміни у джерелах даних та звітах, поділитися коротким посиланням та запланувати розсилку вибраним користувачам за імейлом [11].

Мінуси:

- невеликий набір візуальних інструментів, можливості для роботи з полями, що обчислюються, обмежені, в порівнянні з іншими популярними сервісами візуалізації (Tableau, Spreadsheets, Power BI, QlikView) [11];
- деякі конектори партнерів стають платними, якщо перевищити ліміт даних або час їх використання [11].

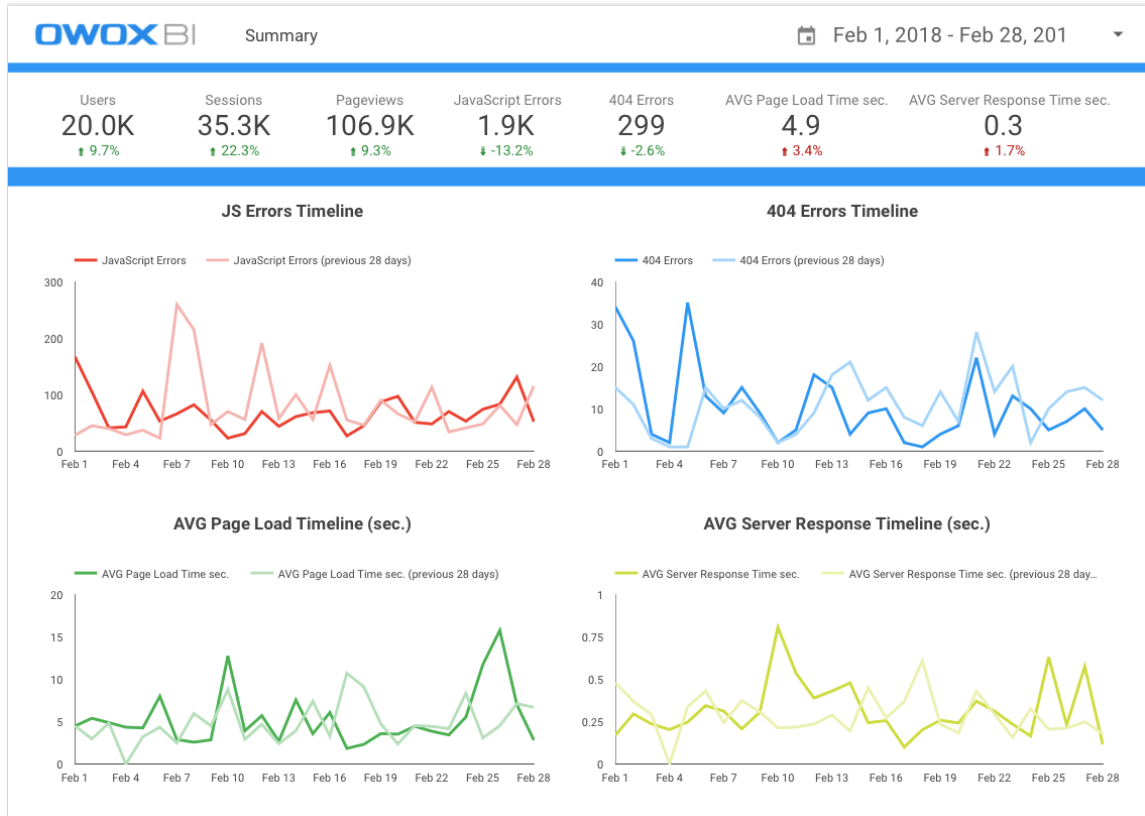


Рисунок 2.1 – Приклад google data studio візуалізації

2.1.2 Огляд системи системі візуалізації Power BI

Безкоштовна комплексна BI-платформа від Microsoft, за допомогою якої можна швидко обробляти дані для прийняття виважених рішень (рисунок 2.2) [11]. Платформа бізнес-аналітики об'єднує кілька продуктів, один із яких допомагає візуалізувати звіти, аналізувати дані та правильно оцінювати маркетингові показники [11]. Сервіс дозволить будувати деталізовані та загальні звіти під запити керівника відділу реклами, маркетолога або аналітика [11]. Існує корпоративна платна версія Power BI Pro з більш широкими можливостями: \$9.99 на місяць за користувача [11].

Формат даних. Дані можна завантажувати з різних джерел: файлів різних форматів, найвідоміших баз даних, баз Microsoft та Google, Інтернету, CRM-систем тощо [11].

Плюси:

- допомагає об'єднувати та порівнювати дані з різних джерел [11];
- красиві галереї візуалізації [11];
- дуже зручний для тих, хто звик працювати з таблицями Excel [11];
- добре працює з іншими продуктами Microsoft (AzureCloudService, SQL Server) [11];
- містить набір інструментів візуалізації для створення різних звітів. Існує десктопна та хмарна версія інтерфейсу [11];
- більше можливостей, ніж у GoogleDataStudio [11];
- є можливість інтеграції BI у власні програми для візуалізації [11];
- інтуїтивний інтерфейс [11].

Мінуси:

- є складнощі у роботі з великими даними, а також з обробкою аналітичних даних продуктів Google та Яндекс [11];
- для найбільш коректного підключення джерел даних є кастомні конектори [11];

- сервіси вивантаження даних, наприклад, безкоштовний Geneport, допомагають аналізувати дані та створювати звіт у Power BI [11];
- не вистачає інструментів обробки та очищення даних [11].

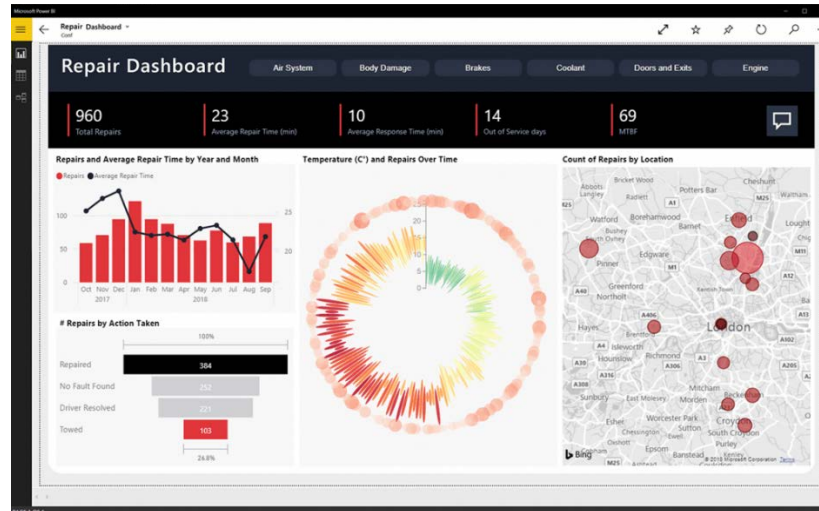


Рисунок 2.2 – Приклад power BI візуалізації

2.1.3 Опис системи Plotly

Платформа для створення графіків, діаграм, презентацій, датасетів та унікальних дашбордів (рисунок 2.3). Дозволяє завантажити дані, підібрати візуал, налаштувати результат. Є платна та безкоштовна версії [11].

Формат даних. Можливий імпорт із таблиць Excel, баз MySQL, Redshift та інших. Платформа працює із сервісами, написаними мовами програмування Python, JavaScript, Matlab, R [11].

Плюси:

- можна створювати візуалізацію, в якій можна редагувати практично все: легенду, підписи, товщину ліній, колір, розмір [11];
- галерея має унікальні діаграми, яких немає в інших сервісах [11];
- можна створювати візуал, зберігати його як векторну графіку або картинку у форматі png та вбудовувати на веб-сайт у форматі html-коду [11];

- включає бібліотеку візуальних інструментів із відкритим кодом, яка дозволяє створювати необмежену кількість графіків, датасети, а також до 25 активних діаграм [11];
- однорядковий код, що дозволяє візуалізувати не одну, а кілька діаграм;
- висока деталізація даних на графіках [11].

Мінуси:

- платна версія - \$33 на місяць [11];
- деякі практичні складнощі в роботі сервісу, які вирішуються через службу підтримки Twitter [11].

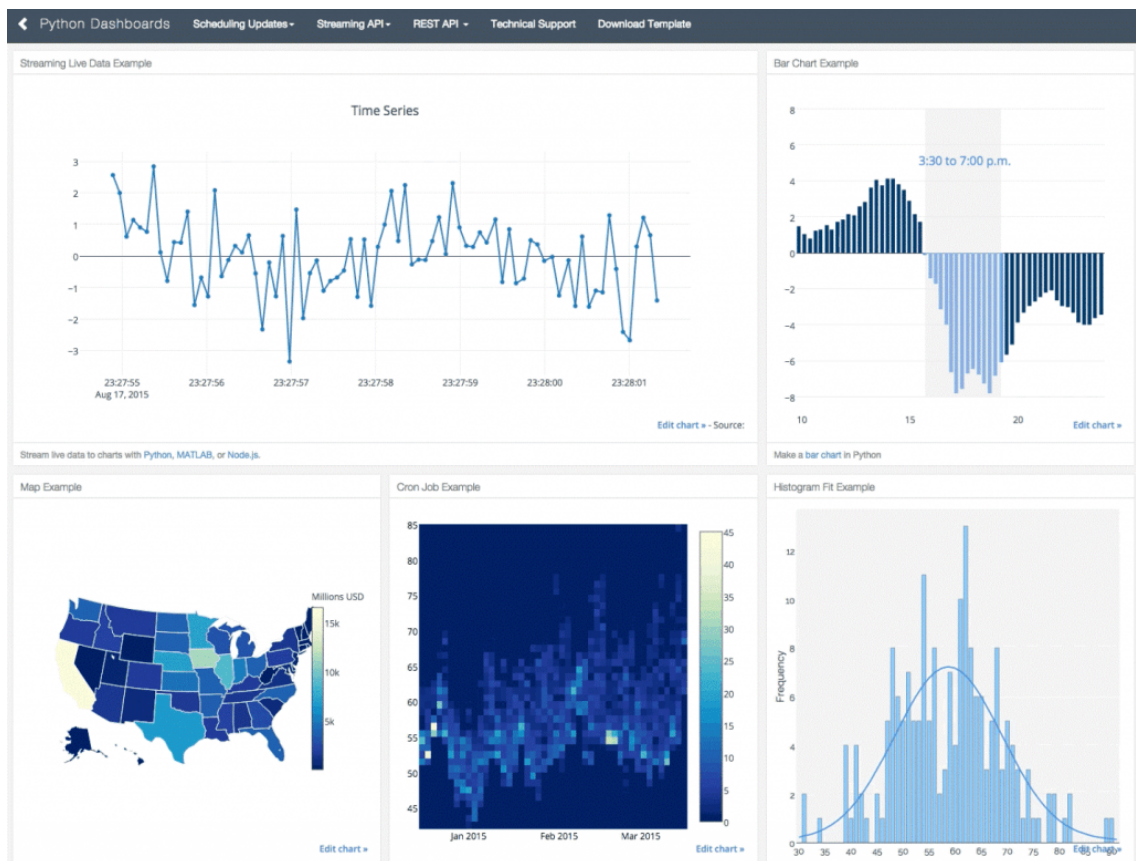


Рисунок 2.3 – Приклад Plotly візуалізації

2.1.4 Опис системи ChartBlocks

Простий додаток для створення HTML5-діаграм на основі різних даних, які коректно відображаються в будь-якому браузері або пристрої. Є безкоштовна та платна версії (рисунок 2.4) [11].

Формат даних. Можливий імпорт баз даних, електронних таблиць та прямих трансляцій із будь-яких джерел [11].

Плюси:

- майстер діаграм дуже простий у використанні;
- гнучкі налаштування інтерфейсу дозволяють змінювати колір, числа та шрифти [11];
- створену діаграму можна вбудовувати на веб-сайт і ділитися посиланням [11];
- програма постійно оновлюється, анонсовано використання джерела потоку живих даних [11];
- діаграми реагують на будь-які пристрої та розміри екранів, легко масштабуються, добре зчитуються з дисплеїв [11];
- отриману картинку можна виводити на високоякісний друк [11];
- можна вбудовувати інтерактивну діаграму у Facebook та Twitter.

Мінуси:

- широкий спектр функцій доступний тільки при купівлі двох платних пакетів: «Професійний» \$20 на місяць – включає 500 000 переглядів та до 75 активних діаграм, «Елітний» \$65 на місяць – включає до 2,5 млн переглядів, до 200 активних діаграм, доступ до API [11];
- безкоштовна версія призначена для особистого використання, можлива після реєстрації [11].

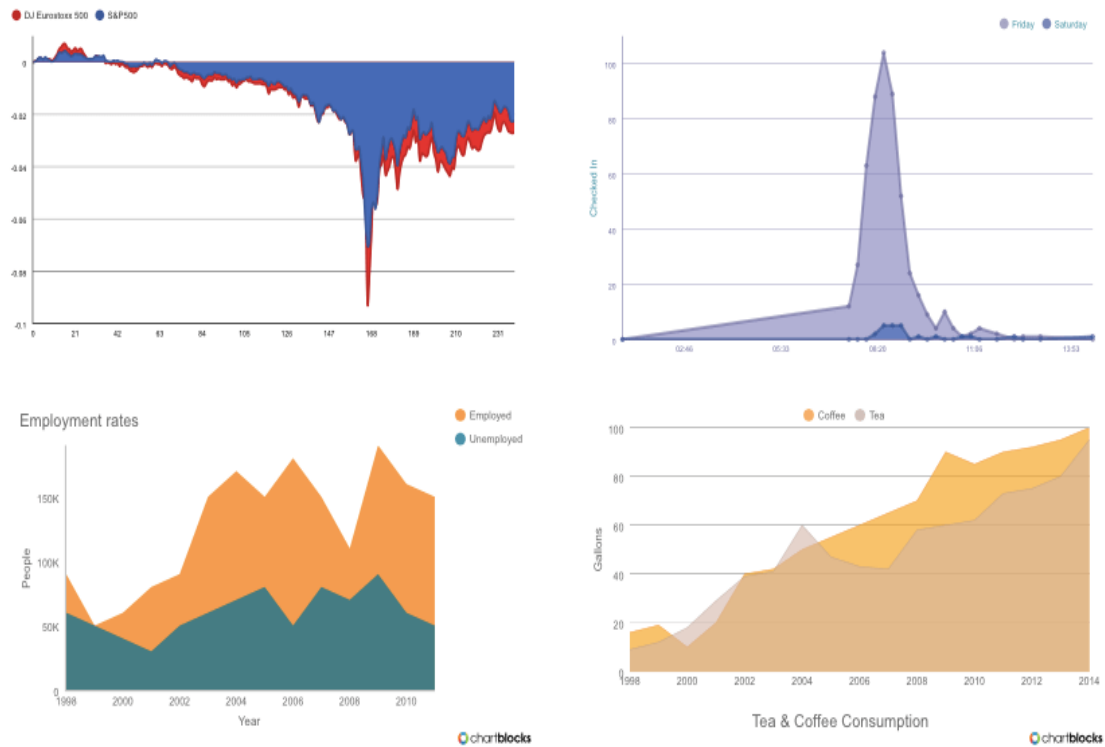


Рисунок 2.4 – Приклад ChartBlocks візуалізації

2.2 Порівняльна таблиця систем візуалізації

В таблиці 2.1 наведено порівняння переваг та недоліків існуючих систем, що вирішують аналогічні задачі.

Проведений порівняльний огляд систем візуалізації даних. За результатами ми можемо бачити, що для написання візуалізації даних краще використовувати `ploty`, так як він дає змогу гнучкого налаштування, саме це потрібно для виконання поставленої задачі.

Таблиця 2.1 – Порівняння існуючих аналогічних DVS

Критерій порівняння	Назва DVS			
	Data Google Studio	Power BI	Plotly	ChartBlocks
Авторизація користувача	+	+	+	+
Безкоштовна	+	+	-	+
Обмеження безкоштовної версії	-	+	+	+
Структура	Ядро+набір модулів	Ядро+набір модулів	Ядро+набір модулів	Ядро+набір модулів
Можливість інтеграції доповнень	+	+	+	+
Гнучкість платформи	+	+	+	+
Кросплатформна	+	+	+	+
Наявність sdk	-	-	+	-

2.3 Висновки з розділу 2

Було проаналізовано найпопулярніші системи візуалізації даних та було обрано Plotly, так як він має можливість гнучкого налаштування.

3 ОПИС ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУНКУ

3.1 Вибір мови програмування для реалізації програмного застосунку

Для виконання аналітичної панелі було обрано Javascript так як він один має клієнтську частину.

Таблиця 3.1 – Порівняльна таблиця варіантів мов програмування

Мова	Парадигма	Клієнтська	Серверна
Javascript	Імперативна, функційна, прототипно-орієнтована	+	+
Python	Імперативна, об'єктно-орієнтована, функціональна	-	+
PHP	Імперативна, об'єктно-орієнтована	-	+
Java	Об'єктно-орієнтована, імперативна	-	+
Ruby	Об'єктно-орієнтована	-	+
Go	Функційна, імперативна, об'єктно-орієнтована	-	+
Scala	Функційна, імперативна	-	+
Rust	Імперативна, структурна, функційна	-	+

Висновок до таблиці 3.1, на таблицю показано ряд мов для web застосунків та на ній можна побачити, що мов для клієнтської частини дуже мало, це робить JavaScript дуже популярною мовою програмування.

3.2 Вибір технологій для реалізації програмного застосунку

3.2.1 JavaScript

JavaScript – це мова програмування, що дозволяє зробити Web - сторінку інтерактивною, тобто такою що реагує на дії користувача [14].

Послідовність інструкцій (що називається програмою, скриптом або сценарієм) виконується інтерпретатором, вбудованим в звичайний Web - браузер [14]. Іншими словами, код програми вбудовується в HTML - документ і виконується на боці клієнта [14]. Для виконання програми не потрібно перезавантажувати Web -сторінку, всі програми виконуються в відповідь на будь-яку подію. Наприклад, перед відправленням даних форми можна перевірити їх на допустимі значення і, якщо значення не відповідають очікуванню, заборонити відправлення даних [14].

Структурно JavaScript можна представити у вигляді об'єднання трьох частин, що чітко різняться одна від одної:

- ядро (ECMAScript);
- об'єктна модель браузера (Browser Object Model або BOM);
- об'єктна модель документа (Document Object Model або DOM).

Об'єктну модель документа іноді розглядають як окрему від JavaScript сутність, що узгоджується з визначенням DOM як незалежного від мови інтерфейсу документа [14].

ECMAScript не є браузерною мовою і насправді в ній не визначаються методи введення і виведення інформації [14]. Це скоріше основа для побудови скриптових мов [14]. Специфікація ECMAScript описує типи даних, інструкції, ключові і зарезервовані слова, оператори, об'єкти, регулярні вирази, не обмежуючи авторів похідних мов від розширення їх новими складовими [14].

Об'єктна модель браузера – браузер специфічна частина мови, яка являється прошарком між ядром і об'єктною моделлю документа. Основне призначення об'єктної моделі браузера – керування вікнами браузера і забезпечення їх взаємодії [14]. Кожне з вікон браузера представляється

об'єктом window, центральним об'єктом BOM [14]. Об'єктна модель браузера на даний момент не стандартизована, проте специфікація знаходиться в розробці WHATWG та W3C [14]. Крім управління вікнами, в рамках об'єктної моделі браузера, браузерами зазвичай забезпечується підтримка наступних сутностей:

- керування фреймами;
- підтримка затримки у виконанні коду і зациклювання з затримкою;

- системні діалоги;
- управління адресою відкритої сторінки;
- управління інформацією про браузер;
- управління інформацією про параметри монітора;
- обмежене керування історією перегляду сторінок;
- підтримка роботи з HTTP cookie [14].

Об'єктна модель документа - інтерфейс програмування додатків для HTML і XML-документів [14]. Згідно DOM документом можна поставити у відповідність дерево об'єктів, які мають ряд властивостей, які дозволяють робити з ним різні маніпуляції:

- отримання вузлів;
- зміна вузлів;
- зміна зв'язків між вузлами;
- видалення вузлів [14].

3.2.2 Plotly.js

Plotly.js - це бібліотека, яка ідеально підходить для програм JavaScript, які використовують графіки та діаграми. Є кілька причин розглянути можливість його використання для наступного проєкту візуалізації даних:

Plotly.js використовує як D3.js (SVG), так і WebGL для візуалізації графіки. Plotly.js - це "все-в-одному", що містить модулі d3.js та stack.gl, працює зі схемою JSON. Plotly.js підтримує основні, статистичні, наукові, фінансові та картографічні діаграми. Крім того, понад 9000 зірок на своєму Github з відкритим кодом є вагомим показником зростання спільноти.

3.2.3 WebGL

WebGL є технологією, яка базується на OpenGL ES 2.0 і призначена для малювання та відображення інтерактивної 2D- та 3D-графіки у веб-браузерах. При цьому для роботи з цією технологією не потрібні сторонні плагіни або бібліотеки [12]. Вся робота веб-застосунків з використанням WebGL заснована на коді JavaScript, а деякі елементи коду - шейдери можуть виконуватися безпосередньо на графічних процесорах на відеокартах, завдяки чому розробники можуть отримати доступ до додаткових ресурсів комп'ютера, збільшити швидкодію [12]. Таким чином, для створення програм розробники можуть використовувати стандартні для веб-середовища технології HTML/CSS/JavaScript і при цьому також застосовувати апаратне прискорення графіки [12]. Якщо створення настільних додатків, що працюють з 2d і 3d-графікою, нерідко обмежується цільовою платформою, то тут головним обмеженням є лише підтримка браузером технології WebGL [12]. А самі веб-додатки, побудовані з використанням даної платформи, будуть доступні в будь-якій точці земної кулі за наявності мережі інтернет незалежно від використовуваної платформи: чи то десктопи з ОС Windows, Linux, Mac, чи це смартфони та планшети, чи то це ігрові консолі [12]. WebGL виник з

експериментів над Canvas 3D американського розробника сербського походження Володимира Вукічевіча з компанії Mozilla у 2006 році [12]. Згодом розробники браузерів Opera та Mozilla стали створювати свої реалізації WebGL [12]. А згодом було організовано робочу групу за участю найбільших розробників браузерів Apple, Google, Mozilla, Opera для роботи над специфікацією технології. І в 3 березня 2011 була представлена специфікація WebGL 1.0 [12].

3.3 Розробка концептуальної моделі аналітичної панелі

Аналітична панель буде містити розділи МОНІТОРИНГ, АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ, ПРОГНОЗУВАННЯ.

3.3.1 Моніторинг

Цей розділ аналітичної панелі повинен проводити моніторинг добового споживання електроенергії:

- відображення абсолютного значення споживання електроенергії кВт;
- відображення абсолютного значення ринкової ціни на електроенергію ;
- відображення прогнозованого значення споживання електроенергії кВт;
- відображення прогнозованого значення ринкової ціни на електроенергію ;
- відображення відхилення прогнозованого та фактичного значення споживання електроенергії кВт;
- відображення ціни відхилення (ризик перевитрат за неточності прогнозу) прогнозованого та фактичного значення споживання електроенергії кВт.

Примітка. Можливість моніторингу даних у реальному часі передбачена при підключенні до ERP системи ДСС.ERP ДССSAPR3 на основі СУБДOracle, мова програмування PLSQL. Дані зберігаються у вигляді таблиць. Для прикладу використано статичні дані, що наведено у [1].

3.3.2 Розрахунки

Для цього розділу в аналітичній панелі буду використовуватись ринкова ціна взята з внутрішніх джерел ERP. Також в цьому розділі будуть такі розрахунки:

- ризики перевитрат грн.\кВт-год;
- ризик перевитрат за неточності прогнозу.

3.3.3 Аналіз часового ряду

Для аналізу даних часового ряду було взято ковзне середньої для технічного аналізу, яка згладжувала коливання, що спостерігаються в даних, щоб отримати уявлення про будь-яку наявну тенденцію чи закономірність даних, формула по якій виконується розрахунок наступна (1.4):

$$\frac{(A_1 + A_2 + \dots + A_n)}{n}, \quad (1.4)$$

де $A_i, i = \overline{1, n}$ – часовий ряд;

n – довжина часового ряду.

Приклади графіків (рисунок 3.1, рисунок 3.2).

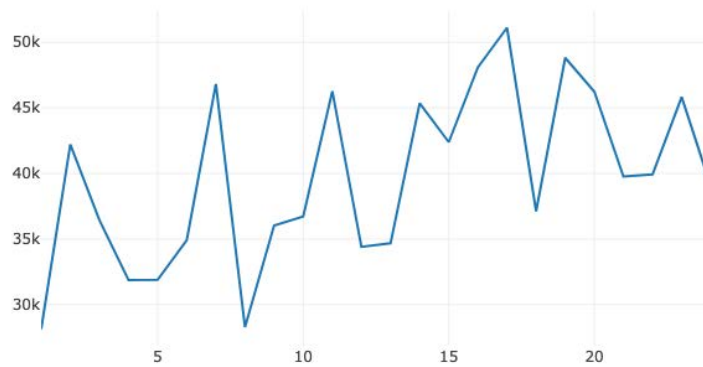


Рисунок 3.1 – Приклад графіку без ковзної середньої

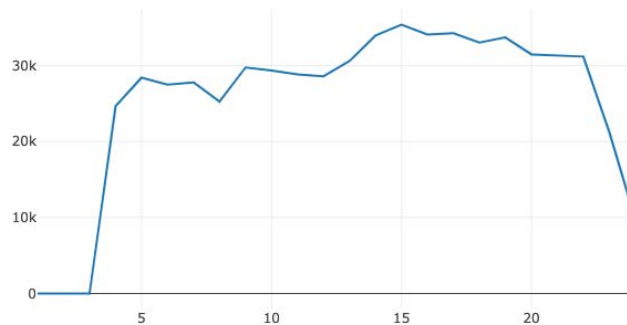


Рисунок 3.2 – Приклад графіку з ковзної середньої

Більш гладкий графік, який допомагає знайти залежності чи тенденції.

3.3.4 Прогнозування часового ряду

Відомо декілька підходів до аналізу структури часових рядів, що містять сезонні або циклічні коливання [13].

Найпростіший підхід – розрахунок значень сезонної компоненти методом ковзного середнього та побудови адитивної або мультиплікативної моделі часового ряду [13].

Вибір однієї з двох моделей відбувається на основі аналізу структури сезонних коливань [13]. Якщо амплітуда коливань приблизно постійна, будують адитивну модель часового ряду, в якій значення сезонної компоненти передбачаються постійними для різних циклів (рисунок 3.3) [13]. Якщо амплітуда сезонних коливань зростає або зменшується, будують мультиплікативну модель часового ряду, яка ставить рівні ряду в залежність від значень сезонної компоненти [13]. Побудова адитивної і мультиплікативної моделей зводиться до розрахунку значень T , S та E для кожного рівня ряду [13]. Процес побудови моделі включає в себе такі кроки [13].

Крок 1. Вирівнювання вихідного ряду методом ковзного середнього [13].

Для цього:

- просумуємо рівні ряду послідовно за кожні i кварталів із зсувом на один момент часу і визначимо умовні значення (укрупнюємо дані) [13];
- розділимо отримані суми на число, яке дорівнює кількості періодів, що укрупнювалися [13];
- приведемо ці значення відповідно з фактичними моментами часу, для чого знайдемо середні значення з двох послідовних ковзних середніх – центровані ковзні середні [13].

Крок 2. Розрахунок значень сезонної компоненти S [13].

Крок 3. Усунення сезонної компоненти з вихідних рівнів ряду і утримання вирівняних даних $(T+E)$ в адитивній або $(T \cdot E)$ в мультиплікативній моделі [13].

Крок 4. Аналітичне вирівнювання рівнів $(T+E)$ або $(T \cdot E)$ і розрахунок значень T з використанням отриманого рівняння тренду [13].

Крок 5. Розрахунок отриманих по моделі значень $(T+S)$ або $(T \cdot S)$ [13].

Крок 6. Розрахунок абсолютних та/або відносних помилок [13].

Якщо отримані значення похибок не містять автокореляції, ними можна замінити вихідні рівні ряду і в подальшому використовувати часовий ряд похибок E для аналізу взаємозв'язків вихідного рівня та інших часових рядів [13].

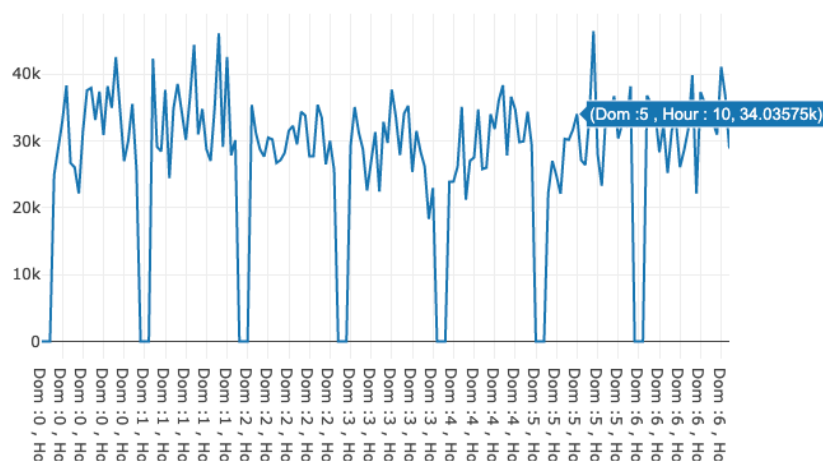


Рисунок 3.3 – Приклад прогнозування на 7 днів на основі даних минулого місяця

3.6 Висновки з розділу 3

Було обрано мову програмування та основні розрахункові формули для Аналітичної панелі.

4 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУНКУ

Аналітична панель містить таку інформацію.

1. Моніторинг добового споживання електроенергії.
2. Аналіз даних.
3. Прогнозування.

У першому розділі розташована повна інформація по енергоспоживанню підприємства.

У другому розділі розташована діаграма прогнозування споживання електроенергії.

У третьому розділі інформацію щодо аналізу часових рядів.

На аналітичній панелі зручно працювати з даними: якщо натиснути будь-який об'єкт візуалізації, то всі показники автоматично перерахуються.

4.1 Реалізація моніторингу добового споживання

Для побудови графіків добового споживання використовуються дані у такому вигляді, приклад приведено нижче (рисунки 4.1). Дані зазначено статично у вигляді масиву, але при підключенні зовнішніх API має працювати з потоками даних та оновлювати дані. Дані взяті з [1] підприємства “Дніпроспецсталь”.

```
var dataForOneDay = [
  [959.11, 48100, 49761, 1661, 3.45, 46133.19, 47726.27, 1593.08],
  [959.11, 39200, 45227, 6027, 15.38, 37597.11, 43377.67, 5780.56],
  [959.11, 39050, 39065, 15, 0.04, 37453.25, 37467, 6314.39],
  [959.11, 50300, 46900, -3400, 6.76, 48243.23, 44982.26, -3260.97],
  [959.11, 49700, 40209, -9491, 19.10, 47667.77, 38564.85, -9102.91],
  [959.11, 38850, 43225, 4375, 11.26, 37261.42, 41457.53, 4196.11],
  [959.11, 40800, 34905, -5895, 14.45, 39131.69, 33477.73, -5653.95],
  [1536.17, 41300, 31866, -9434, 22.84, 63443.82, 48951.59, -14492.23],
  [1536.17, 39100, 37607, -1493, 3.82, 60064.25, 57770.75, -2293.50],
  [1536.17, 38500, 54074, 15574, 40.45, 59142.55, 83066.86, 23924.31],
  [1536.17, 38200, 36707, -1493, 3.91, 58681.69, 56388.19, -2293.50],
  [1536.00, 37700, 36944, -756, 2.01, 57907.20, 56745.98, -1161.22],
  [1536.00, 40300, 31628, -8672, 21.52, 61900.80, 48580.61, -13320.19],
  [1536.17, 40400, 44180, 3780, 9.36, 62061.27, 67867.99, 5806.72],
  [1536.17, 38900, 48978, 10078, 25.91, 59757.01, 75238.53, 15481.52],
  [1536.17, 37800, 27867, -9933, 26.28, 58067.23, 42808.45, -15258.78],
  [1536.17, 39850, 40964, 1114, 2.80, 61216.37, 62927.67, 1711.29],
  [1536.17, 39950, 40131, 3181, 7.96, 61369.99, 66256.55, 4886.56],
  [1536.17, 39250, 47249, 7999, 20.38, 60294.67, 72582.50, 12287.82],
  [1536.17, 38250, 48876, 10626, 27.78, 58758.50, 75081.84, 16323.34],
  [1536.17, 40250, 36817, -3433, 8.53, 61830.84, 56557.17, -5273.67],
  [1536.17, 39550, 52055, 12505, 31.62, 60755.52, 79965.33, 19209.81],
  [1536.17, 39350, 45910, 6560, 16.67, 60448.29, 70525.56, 10077.28],
  [959.11, 40350, 40423, 730.18, 38700.09, 38770.10, 70.02]
];
```

Рисунки 4.1 – Приклад даних для добового графіка

Для реалізації графіків використовувала бібліотека Plotly.js яка є дуже гнучкою в налаштуваннях (рисунок 4.2).

```
const monForDay = () => {
  var trace1 = {
    x: hours,
    y: getDataByDay(0),
    fillcolor: "rgba(231,107,243,0.2)",
    line: {color: random_rgba()},
    mode: "lines",
    name: "Факт. ціна оператора ринка на ел.ен. без ПДВ грн./тис.кВт/г",
    type: "scatter"
  };
  > var trace2 = {--
  > var trace3 = {--
  > var trace4 = {--
  > var trace5 = {--
  > var trace6 = {--
  > var trace7 = {--
  > var trace8 = {--
  var data = [trace1, trace2, trace3, trace4, trace5, trace6, trace7, trace8];
  var layout = {
    xaxis: {
      showline: false,
      showticklabels: true,
      ticks: "outside",
      zeroline: false
    },
    yaxis: {
      showline: false,
      showticklabels: true,
      ticks: "outside",
      zeroline: false
    }
  };
  Plotly.newPlot('ByDay', data, layout);
}
monForDay();
```

Рисунок 4.2 – Реалізація добового моніторингу

4.2 Реалізація аналізу часового ряду

Аналіз даних проводився зі застосуванням інструменту ковзна середня для аналізу випадкових процесів та часових рядів (рисунок 4.4).

Блок схема аналізу даних(рисунок 4.3).

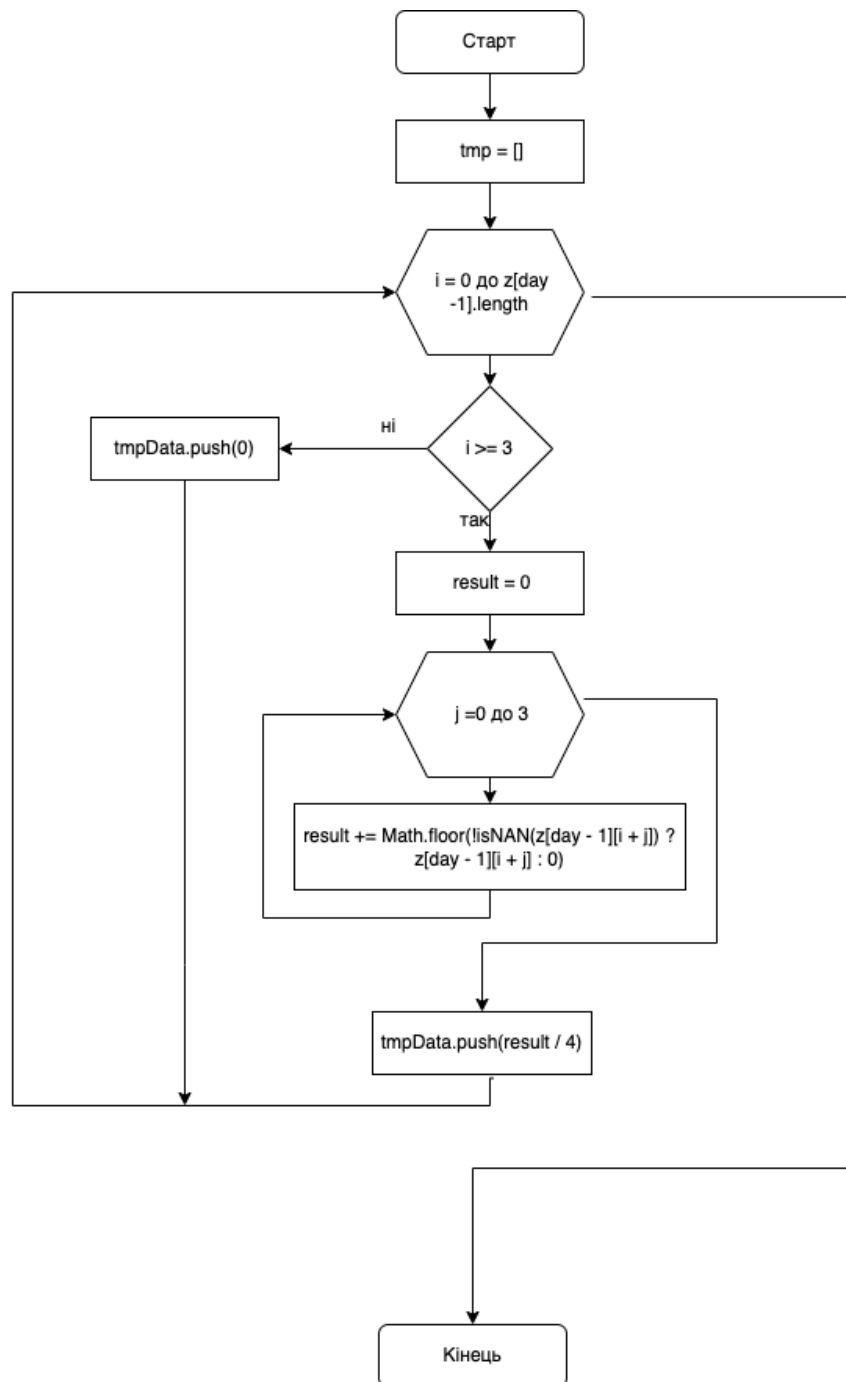


Рисунок 4.3 – Блок-схема алгоритму ковзної середньої

```

function generateDiagramWithAnalyse(day)
{
    var dataWithout =
    [{
        y: z[day - 1],
        x: hours,
        type: 'scatter'
    }];
    tmp = [];
    count = 3;
    for(let i = 0; i < z[day - 1].length; i++){
        if(i >= 3){
            let result = 0;
            for(let j = 0; j < 3; j++){
                result += Math.floor(!isNaN(z[day - 1][i + j]) ? z[day - 1][i + j] : 0)
            }
            tmp.push(result / 4);
        }else{
            tmp.push(0);
        }
    }
    var dataWith = [{
        x: hours,
        y: tmp,
        type: 'scatter'
    }];
    Plotly.newPlot('without', dataWithout);
    Plotly.newPlot('with', dataWith);
}

```

Рисунок 4.4 – Реалізація аналізу часових рядів

4.3 Реалізація прогнозування даних

Для прогнозування також використовувався інструмент аналізу часових рядів ковзна середня (рисунок 4.6).

Блок-схема прогнозування даних (рисунок 4.5).

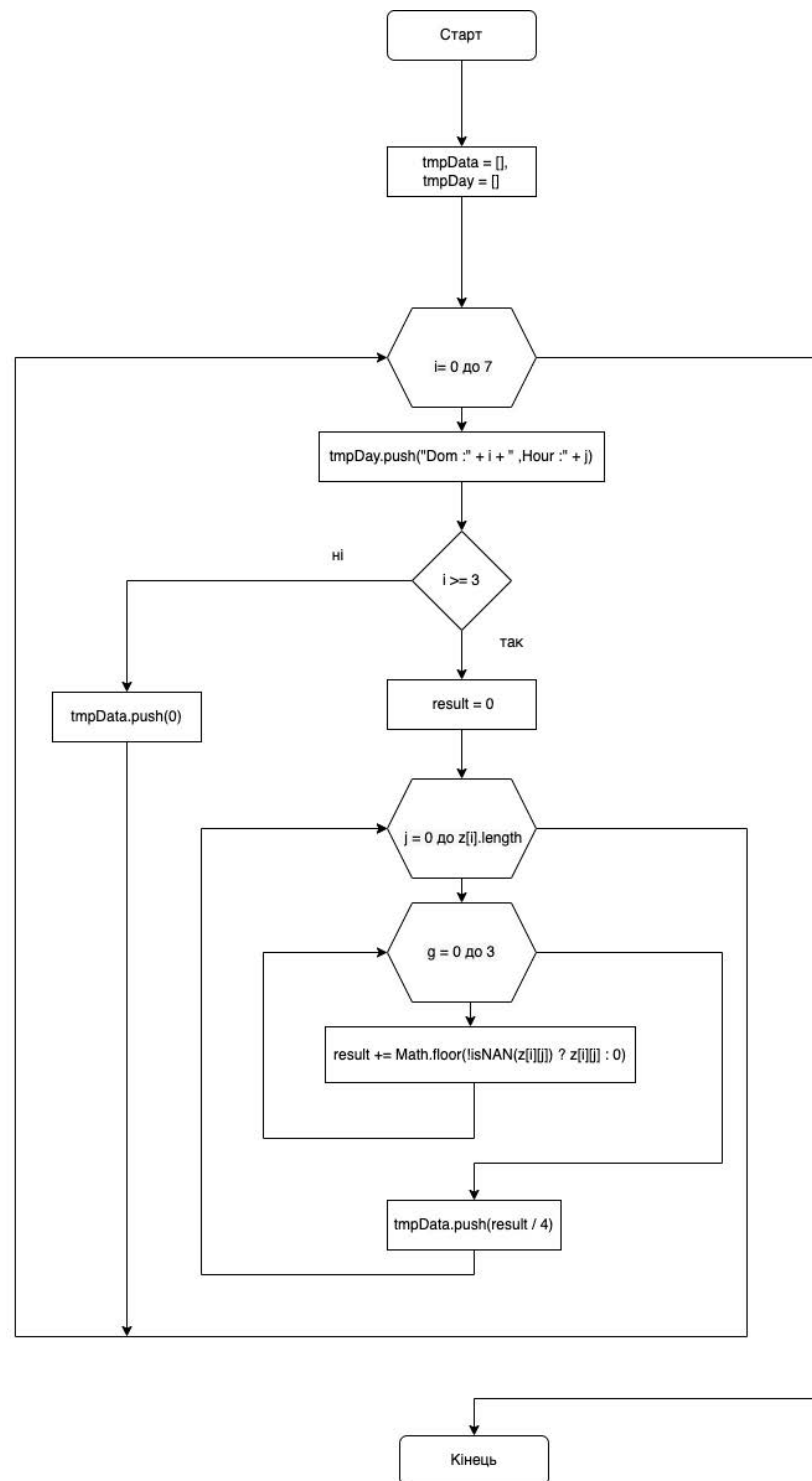


Рисунок 4.5 – Блок-схема алгоритму прогнозування

```

function generateNoz()
{
    tmpData = [];
    tmpDay = [];
    for(let i = 0; i < 7; i++){
        for(let j = 0; j < z[i].length; j++){
            if(j >= 3){
                let result = 0;
                for (let g = 0; g < 3; g++) {
                    result += Math.floor(!isNaN(z[i][j]) ? z[i][j] : 0)
                }
                tmpData.push(result / 4);
            }else{
                tmpData.push(0);
            }
            tmpDay.push("Dom : " + i + " , Hour : "+j);
        }
    }
    var data =
    [{
        x: tmpDay,
        y: tmpData,
        type: 'scatter',
    }];
    let layout = {
        xaxis: {
            type: 'string'
        },
        yaxis: {
            autorange: true,
            type: 'float'
        }
    }
    Plotly.newPlot('prog', data,);
}

```

Рисунок 4.6 – Реалізація аналізу часових рядів

5 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУНКУ

5.1 Призначення програми

Цільовою аудиторією є аналітики, працівники компаній, які можуть проаналізувати дані по енергоспоживанню та розробити план по оптимізації енергоспоживання підприємства металургійної галузі.

5.2 Умови виконання програми

Програмний застосунок буде виконуватися за умови правильного функціонування комп'ютера та операційної системи. Повинен бути оновлен до актуальної версії веб-браузер. Також комп'ютер повинен мати доступ до інтернет мережі.

5.3 Інтерфейс застосунку

Інтерфейс застосунку є зручним для використання та є інтуїтивно зрозумілим для користувачів-аналітиків (рисунк 5.1).



Рисунок 5.1 – Зовнішній вигляд кнопок для роботи з панеллю

На рис. 5.1 зображено діаграми, на яких дані оновлюються кожну годину або по вибору дослідника.

5.4 Використання застосунку

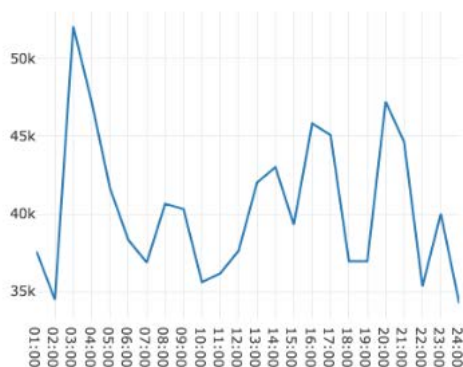
У застосунку присутні дві кнопки та одне поле вводу яке передбачає інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та говорить сама за себе (рисунок 5.2).



Рисунок 5.2 – Зовнішній вигляд кнопок для роботи з панеллю

Розрахунок та аналіз - при вводі даних дня місяця виведе діаграму без ковзного середнього та з. Та по другій діаграмі можна проаналізувати дані та побачити тенденцію даних (рисунок 5.3).

Діаграма без ковзної середньої



Діаграма з ковзної середньої

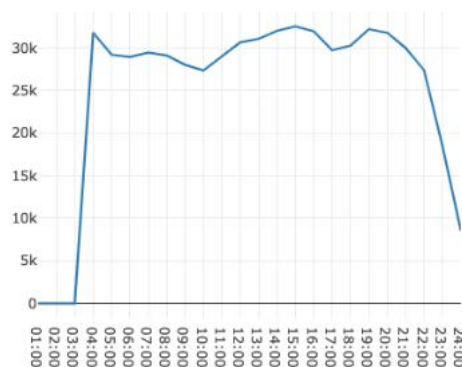


Рисунок 5.3 – Приклад представлення діаграм

Прогнозування даних на наступний місяць – аналізує та передбачає дані на наступний місяць (рисунок 5.4).

Діаграма прогнозування

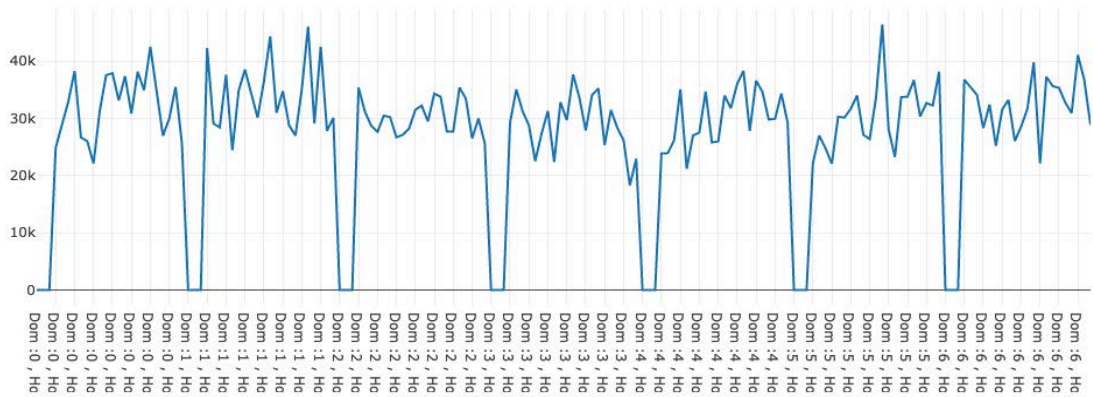


Рисунок 5.4 – Приклад роботи “Прогнозування даних на наступний місяць”

Також є прямий моніторинг даних за день (рисунок 5.5).

Діаграма добового споживання

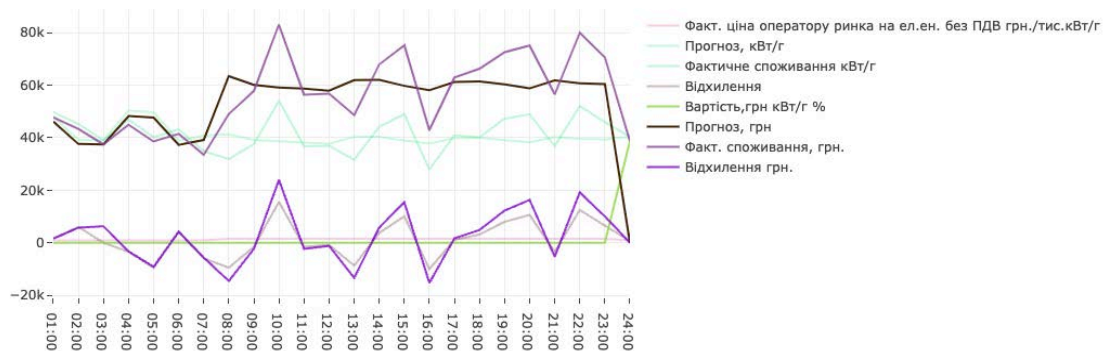


Рисунок 5.5 – Діаграма добового споживання

При завантаженні вебзастосунку, на аналітичній панелі відображається повна інформація на поточний момент часу.

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті проаналізовано процес енергоаудиту та аналізу даних по електроспоживанню підприємства.

Створено програмний продукт аналітична панель, яка дозволяє проводити:

а) моніторинг добового споживання електроенергії:

- 1) відображення абсолютного значення споживання електроенергії кВт;
- 2) відображення абсолютного значення ринкової ціни на електроенергію;
- 3) відображення прогнозованого значення споживання електроенергії кВт;
- 4) відображення прогнозованого значення ринкової ціни на електроенергію;
- 5) відображення відхилення прогнозованого та фактичного значення споживання електроенергії кВт;
- 6) відображення ціни відхилення (ризик перевитрат за неточності прогнозу) прогнозованого та фактичного значення споживання електроенергії кВт;

б) аналіз даних:

- 1) аналіз часового ряду абсолютного значення споживання електроенергії кВт за добу;

в) прогнозування:

- 1) абсолютного значення споживання електроенергії кВт.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Кійко, С.Г. Методологія предиктивної адаптації управління портфелями проєктів енергозбереження на металургійних підприємствах : дис. ... доктора техн. наук : 05.13.22 / Кійко Сергій Геннадійович. – Запоріжжя, 2021. – 300 с.
2. Щодо Галузевої програми енергоефективності та енергозбереження. Міністерство промислової політики України. Наказ від 25.02.2009 № 152 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakononline.com.ua/documents/show/93508___533440
3. Сердюк, Т.В. Особливості реалізації політики енергозбереження в Україні: досягнення та шляхи вдосконалення / Т.В. Сердюк, С.Ю Франишина // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. - № 1. – с. 52-56.
4. Енергоаудит [Електронний ресурс].. – Режим доступу: <https://energox.com.ua/energoaudyt/>.
5. Енергоаудит – це діагноз для вашого будинку або підприємства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/press/news/energoaudyt-cze-diagnoz-dlya-vashogo-budynku-abo-pidpryyemstva/>.
6. Features of risk assessment of energy saving projects / F. Kurbanov, B.S. Yessengeldin, A.A. Yermanova, A.T. Zhanseitov // Bulletin of the Karaganda University. – 2019. – № 43. – P. 338-344.
7. Gradzki, R. Metallurgical industry risk management [Electronic resource] / R. Gradzki, S. Bakalarczyk, P. Pomykalski // Metall. – Brno, 15-17 January 2013. – Access mode : <http://metal2013.tanger.cz/files/proceedings/02/reports/282.pdf>.
8. Метод ковзного середнього [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://wiki.tntu.edu.ua/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1

%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D1%8C%D0%BE%D0%B3%D0%BE

9. Зачем и как использовать визуализацию данных? [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

<https://habr.com/ru/company/developersoft/blog/240325/>

10. 7 сервисов для визуализации данных: не привлекая дизайнеров и программистов [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

<https://netology.ru/blog/7-services-data-visualization.>

11. 36 кращих інструментів для візуалізації даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://toplead.com.ua/ua/blog/id/38-luchshih-instrumentov-dlja-vizualizacii-dannyh-160/>

12. Введение в WebGL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/web/webgl/1.1.php>.

13. Економетричні моделі динаміки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://lib.chmnu.edu.ua/pdf/posibnuku/299/8.pdf>

14. Что такое Java Script [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/JavaScript/First_steps/What_is_JavaScript

ДОДАТОК А
Текст програми

```

<html>
<head>
<scriptsrc='https://cdn.plot.ly/plotly-2.6.3.min.js'></script>
</head>
<body>
<div style="display: flex;">
<div>
<inputtype="text" id="day">
</div>
<div><button
onclick="generateDiagramWithAnalyse(document.getElementById('day').value);">
Разраунок та аналіз
</button></div>
<div><buttononclick="generateNoz()">
Прогнозування даних на наступний місяць
</button></div>
</div>
<div style="display: flex;">
<div style="width: 100%;">
<h3>Діаграма без ковзни середньої</h3>
<div id='without'></div>
</div>
<div style="width: 100%;">
<h3>Діаграма з ковзни середньої</h3>
<div id='with'></div>
</div>
</div>
<div style="display: flex; width: 100%;">
<div style="width: 100%;">
<h3>Діаграмапрогнозування</h3>
<div id='prog'></div>
</div>
</div>
<div>
<div style="width: 100%;">
<h3>
Діаграма добового споживання
</h3>
<div id='ByDay'></div>
</div>
<div id='myDiv'></div>
</div>
</body>
<script>
var z = [
[40533,32197,27088,33161,38378,43930,51070,35578,34719,29514,41919,50095,50576,44209,
49871,41151,50918,46607,56725,46554,35971,39975,47375, 34337 ],

```

[41899,34808,38430,56413,38847,37927,50210,32564,46503,51403,45439,40216,48646,59158,41317,46380,38368,36024,46746,61446,38798,56757,37123, 40162],

[37604,34493,52061,47202,41650,38326,36879,40655,40309,35620,36184,37642,42017,43014,39316,45815,45064,36955,36962,47216,44630,35350,40014,34251],

[42028,47384,36973,38956,46767,41685,38375,30075,36446,41773,29871,43808,39603,50266,44834,37182,45453,47022,33821,41992,37856,34891,24407,30624],

[28128,42208,36434,31874,31890,34916,46818,28274,36021,36710,46272,34397,34671,45350,42387,48085,51113,37114,48817,46241,39759,39918,45828,39022],

[38687,34454,28903,29557,36023,33051,29453,40413,40219,42257,45381,36200,35197,44804,61931,37413,31033,44996,45074,48965,40490,43610,43023,50917],

[48966,33917,41462,49061,47157,45502,37767,43219,33593,42100,44327,34761,38120,42293,53118,29485,49737,47555,47140,43723,41261,54799,49016,38495],

[35442,36637,52698,50065,43410,33904,44673,33764,41174,41887,45061,33644,43107,45348,42978,34572,39600,42046,45156,48032,32966,45469,49088,35717],

[35775,43852,39486,49328,35471,40413,54924,34930,33249,28384,36314,46594,43552,46483,44420,33872,46618,49378,54521,32197,48493,40852,53898,30824],

[40799,54754,48802,47579,51074,44219,35594,43707,41037,29578,31807,39268,27226,44303,41442,42480,46167,37811,39695,33929,54004,49102,35729,36586],

[48615,48831,47027,42712,29736,48867,50441,40011,40325,41656,36210,44671,57189,52673,48644,36571,55517,49696,47052,41625,44329,50814,51367,35480],

[33875,50904,54006,50178,41715,41177,38077,37772,40973,30588,38017,47833,39704,45926,33265,31048,38246,37120,38324,39639,47224,42198,34979,35750],

[43565,44913,47443,40586,46946,31304,40647,33600,35815,31548,41197,41060,29775,39553,35370,26381,31265,34836,35423,26280,34831,36721,51681,24051],

[40720,40142,51186,45977,37457,30068,39647,35191,47325,32649,33099,36191,27723,38128,44727,39760,31218,33486,30978,35629,42009,35033,33012,33806],

[45072,47077,42755,40449,29752,37946,45500,38151,37141,31579,38474,47622,52789,47268,30196,28736,38947,39594,38380,37626,26801,33136,33448,27282],

[39343,47185,36881,37783,26175,37906,46904,35312,38489,39067,38171,46112,32877,36917,40370,27551,38915,27177,54644,43592,41131,29835,22646,19112],

[42395,36226,34165,21712,22042,24529,28340,25480,25999,29141,29152,27217,31828,27159,28023,21909,24455,29672,30987,29384,23081,22296,35373,23696],

[29184,24463,22384,32417,32459,31944,23551,24915,36347,38787,34021,36252,45311,58944,43186,38154,54860,53369,57038,49149,49644,39011,44031,28533],

[36740,25636,35101,30406,32833,34004,37815,26118,31722,37293,28411,36763,35257,39767,41856,26243,26136,33857,46783,32754,27107,38927,57366,35072],

[44311,40622,36973,51808,43071,43518,31698,35494,32553,34301,29758,27789,41593,42690,47802,36261,31073,34760,44934,53055,42848,38146,42119,43721],

[47904,33874,37182,35857,41262,36696,36976,37119,46663,48747,36704,51019,46798,43365,36027,37579,35671,43468,25024,30134,28161,34502,35622,33705],

[42169,54948,48749,43640,47692,40939,55355,42242,37513,40922,51636,49132,48549,36856,39050,36290,34020,32845,34434,45766,43696,32037,33899,36778],

[40089,44288,37923,39229,40943,49024,37286,31117,44130,39060,41940,29043,43816,54560,39199,26524,29908,40927,41472,38056,39576,38248,50983,36823],

[53105,44685,53868,44110,46509,46066,46710,28473,35647,28932,38742,42021,38575,42390,41164,29146,30628,32092,33270,28079,27538,34793,35041,24550],

[33059,36984,37590,38559,42916,40916,40109,32666,48017,49161,39218,43762,48522,50575,41024,38918,42662,37314,41284,27755,36990,50534,30117,23105],

[26615,39475,47077,42490,39121,38497,37117,30165,22728,31582,39913,37031,43358,32450,40356,35304,41204,32539,37261,39050,34087,39996,22813,22103],

[23962,27868,32952,37159,39526,38988,32462,25500,26058,33087,31370,25630,22441,23625,27634,31072,24653,27945,29479,28990,25352,31827,30042,20695],

[25546,27923,31700,26170,24854,30345,43836,30847,42550,45362,49088,38426,42329,41131,44710,38363,34310,47336,49253,51869,44667,33844,46926,33808],

[47447,45416,32085,49266,49162,48304,42720,48610,44400,55653,48223,46599,48842,36852,52606,40948,44291,37887,52081,53963,40124,43645,46213,33801],

[43917,42535,47170,54646,42711,41713,44945,43561,50440,44833,47401,47691,58979,50449,46324,41378,40316,55472,55007,36821,38167,41279,39185,35002]

];

vardataForOneDay = [

[959.11, 48100, 49761, 1661, 3.45, 46133.19, 47726.27, 1593.08],
 [959.11, 39200, 45227, 6027, 15.38, 37597.11, 43377.67, 5780.56],
 [959.11, 39050, 39065, 15, 0.04, 37453.25, 37467.63, 14.39],
 [959.11, 50300, 46900, -3400, 6.76, 48243.23, 44982.26, -3260.97],
 [959.11, 49700, 40209, -9491, 19.10, 47667.77, 38564.85, -9102.91],
 [959.11, 38850, 43225, 4375, 11.26, 37261.42, 41457.53, 4196.11],
 [959.11, 40800, 34905, -5895, 14.45, 39131.69, 33477.73, -5653.95],
 [1536.17, 41300, 31866, -9434, 22.84, 63443.82, 48951.59, -14492.23],
 [1536.17, 39100, 37607, -1493, 3.82, 60064.25, 57770.75, -2293.50],
 [1536.17, 38500, 54074, 15574, 40.45, 59142.55, 83066.86, 23924.31],
 [1536.17, 38200, 36707, -1493, 3.91, 58681.69, 56388.19, -2293.50],
 [1536.00, 37700, 36944, -756, 2.01, 57907.20, 56745.98, -1161.22],
 [1536.00, 40300, 31628, -8672, 21.52, 61900.80, 48580.61, -13320.19],

```

[1536.17, 40400 ,44180, 3780, 9.36 ,62061.27 ,67867.99 ,5806.72],
[1536.17, 38900, 48978, 10078, 25.91, 59757.01, 75238.53 ,15481.52],
[1536.17, 37800 ,27867, -9933 ,26.28 ,58067.23 ,42808.45, -15258.78 ],
[1536.17, 39850, 40964, 1114, 2.80, 61216.37, 62927.67, 1711.29 ],
[1536.17, 39950, 40131, 3181, 7.96, 61369.99, 66256.55, 4886.56 ],
[1536.17, 39250, 47249, 7999, 20.38, 60294.67, 72582.50, 12287.82],
[1536.17, 38250, 48876, 10626, 27.78, 58758.50, 75081.84, 16323.34 ],
[1536.17, 40250, 36817, -3433, 8.53, 61830.84, 56557.17, -5273.67 ],
[1536.17, 39550, 52055, 12505, 31.62, 60755.52, 79965.33, 19209.81],
[1536.17 ,39350, 45910, 6560, 16.67, 60448.29, 70525.56, 10077.28],
[959.11, 40350, 40423, 730.18, 38700,09, 38770.10, 70.02 ]
];

varn_z = [];
for(var i = 0; i < z.length; i++){
varn_n_z = [];
for(var j = 0; j < z[i].length; j++){
n_n_z.push([z[i][j],z[i][j] + 1]);
}
n_z.push(n_n_z);
}

functionrandom_rgba() {
var o = Math.round, r = Math.random, s = 255;
return 'rgba(' + o(r)*s) + ',' + o(r)*s) + ',' + o(r)*s) + ',' + r().toFixed(1) + ')';
}

functiongetDataByDay(index){
letreturData = [];
for (let i = 0; i <dataForOneDay.length; i++) {
    console.log(dataForOneDay[i]);
    returData.push(dataForOneDay[i][index]);
}
    console.log(returData);
returnreturData;
}

vardays = [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30];
varhours =
["01:00","02:00","03:00","04:00","05:00","06:00","07:00","08:00","09:00","10:00","11:00","12:
00","13:00","14:00","15:00","16:00","17:00","18:00","19:00","20:00","21:00","22:00","23:00","
24:00"];
varpriceByHour = [959.11, 959.11, 959.11, 959.11, 959.11, 959.11, 959.11, 1536.17, 1536.17,
1536.17, 1536.17, 1536.17, 1536.17, 1536.17, 1536.17, 1536.17, 1536.17, 1536.17, 1536.17,
1536.17, 1536.17, 1536.17, 959.11, ];

constmonForDay = () => {
var trace1 = {
    x: hours,
    y: getDataByDay(0),
    fillcolor: "rgba(231,107,243,0.2)",
    line: {color: random_rgba()},

```

```

mode: "lines",
name: "Факт. ціна оператора ринка на ел.ен. без ПДВ грн./тис.кВт/Г",
type: "scatter"
};
var trace2 = {
  x: hours,
  y: getDataByDay(1),
  fillcolor: "rgba(0,176,246,0.2)",
  line: {color: random_rgba()},
  name: "Прогноз, кВт/Г",
  mode: "lines",
  type: "scatter"
};
var trace3 = {
  x: hours,
  y: getDataByDay(2),
  fillcolor: "rgba(231,107,243,0.2)",
  line: {color: random_rgba()},
  name: "Фактичне споживання кВт/Г ",
  mode: "lines",
  type: "scatter"
};
var trace4 = {
  x: hours,
  y: getDataByDay(3),
  fillcolor: "rgba(231,107,243,0.2)",
  line: {color: random_rgba()},
  mode: "lines",
  name: "Відхилення",
  type: "scatter"
};
var trace5 = {
  x: hours,
  y: getDataByDay(4),
  fillcolor: "rgba(231,107,243,0.2)",
  line: {color: random_rgba()},
  mode: "lines",
  name: "Вартість,грн кВт/Г %",
  type: "scatter"
};
var trace6 = {
  x: hours,
  y: getDataByDay(5),
  line: {color: random_rgba()},
  mode: "lines",
  name: "Прогноз, грн",
  type: "scatter"
};
var trace7 = {
  x: hours,
  y: getDataByDay(6),
  line: {color: random_rgba()},

```

```

mode: "lines",
name: "Факт. споживання, грн. ",
type: "scatter"
};
var trace8 = {
  x: hours,
  y: getDataByDay(7),
  line: {color: random_rgba()},
  mode: "lines",
  name: "Відхилення грн.",
  type: "scatter"
};
vardata = [trace1, trace2, trace3, trace4, trace5, trace6, trace7, trace8];
varlayout = {
  xaxis: {
    showline: false,
    showticklabels: true,
    ticks: "outside",
    zeroline: false
  },
  yaxis: {
    showline: false,
    showticklabels: true,
    ticks: "outside",
    zeroline: false
  }
};
Plotly.newPlot('ByDay', data, layout);
}
monForDay();
functiongenerateNoz()
{
  tmpData = [];
  tmpDay = [];
  for(let i = 0; i < 7; i++){

    for(let j = 0; j < z[i].length; j++){

      if(j >= 3){
        letresult = 0;
        for (let g = 0; g < 3; g++) {
          result += Math.floor(!isNaN(z[i][j]) ? z[i][j] : 0)
        }
        tmpData.push(result / 4);
      }else{
        tmpData.push(0);
      }
      tmpDay.push("Dom : " + i + " , Hour : " + j);
    }

  }
}
vardata =

```

```

    [{
      x: tmpDay,
      y: tmpData,
      type: 'scatter',

    }
  ];
  let layout = {
    xaxis: {
      type: 'string'
    },
    yaxis: {
      autorange: true,
      type: 'float'
    }
  }
  Plotly.newPlot('prog', data,);
}

function generateDiagramWithAnalyse(day)
{

  var dataWithout =
  [{
    y: z[day - 1],
    x: hours,
    type: 'scatter'
  }
  ];
  tmp = [];
  count = 3;
  for(let i = 0; i < z[day - 1].length; i++){
    if(i >= 3){
      let result = 0;
      for(let j = 0; j < 3; j++){
        result += Math.floor(!isNaN(z[day - 1][i + j]) ? z[day - 1][i + j] : 0)
      }
      tmp.push(result / 4);
    } else {
      tmp.push(0);
    }
  }
  var dataWith = [ {
    x: hours,
    y: tmp,
    type: 'scatter'
  }
  ];
  Plotly.newPlot('without', dataWithout);
  Plotly.newPlot('with', dataWith);
}
var z2 = [];
for (var i=0;i<hours.length;i++ ) {
  var z2_row = [];
  z2_row.push(hours[i]);

```

```

}

// var z3 = []
// for (var i=0;i<x.length;i++) {
//   var z3_row = [];
//   for(var j=0;j<x[i].length;j++) {
//     z3_row.push(day[i][j]-1);
//   }
//   z3.push(z3_row);
// }

// var tmp = [];
// for(let i = 0; i <x.length; i++){
//   tmp.push({
//     x:day[i], y:hours, z:n_z[i],
//     name: "",
//     type: 'surface',
//     showscale: false
//   });
// }

// var data_z1 = {
//   z: z,
//   type: 'surface',
//   contours: {
//     z: {
//       show:true,
//       usecolormap: true,
//       highlightcolor:"#42f462",
//       project:{z: true}
//     }
//   }
// };

// var layout = {
//   title: 'RibbonPlot',
//   showlegend: false,
//   autosize: true,
//   width: 1000,
//   height: 800,
//   scene: {
//     xaxis: {title: 'Date'},
//     yaxis: {title: 'Hours'},
//     zaxis: {title: 'Resource'}
//   }
// }
vardata = [{
  z: z,
  type: 'surface',
  contours: {
    z: {
  show:true,

```

```

usecolormap: true,
highlightcolor:"#42f462",
project:{z: true}
    }
  }
  }];

```

```

var layout1 = {
  title: 'MtBrunoElevationWithProjectedContours',
  scene: {camera: {eye: {x: 1.87, y: 0.88, z: -0.64}}}},
  autosize: false,
  width: 1000,
  height: 800,
  margin: {
    l: 65,
    r: 50,
    b: 65,
    t: 90,
  }
};

```

```

Plotly.newPlot('myDiv',data,layout1);

```

```

</script>
</html>

```

ДОДАТОК Б
Слайди презентації

Національний Університет «Запорізька Політехніка»
Кафедра програмних засобів

Магістерська робота на тему

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСОБІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГОАУДИТУ

Виконав
студент групи КНТ-220м

П. С. Волков

Керівник
к.ф.-м.н., доцент

Е. В. Терещенко

Рисунок Б.1 – Слайд 1

Мета роботи та поставлені задачі

- **Об'єкт дослідження** - проведення енергоаудиту підприємства металургійної галузі.
- **Предмет дослідження** - програмні продукти для проведення енергоаудиту підприємства металургійної галузі.
- **Мета роботи** - розробка програмного продукту - аналітичної панелі моніторингу та прогнозування ризиків перевитрат енергоспоживання підприємства металургійної галузі.

Рисунок Б.2 – Слайд 2

Задачі роботи

- ▶ Виконати дослідження про вердення енергоаудиту у металургійній промисловоті
- ▶ Виконати дослідження засобів візуалізації даних
- ▶ Розробити аналітичну панель для моніторингу, аналізу даних та прогнозування

Рисунок Б.3 – Слайд 3

Поняття проблеми енергоефективності в металургійній промисловості



- ▶ Дисертаційне дослідження д.т.н. Кійко С.Г. виконано на базі Приватного акціонерного товариства «Електрометалургійний завод «Дніпроспецсталь» ім. А. М. Кузьміна»[1]

[1] Кійко С.Г. Методологія предиктивної адаптації управління портфелями проєктів енергозбереження на металургійних підприємствах : дис. ... доктора техн. наук : 05.13.22/ Кійко Сергій Геннадійович. - Запоріжжя, 2021. - 300 с.

Рисунок Б.4 – Слайд 4

Моніторинг

Цей розділ аналітичної панелі містить дані моніторингу добового споживання електроенергії:

- ▶ відображення абсолютного значення споживання електроенергії кВт;
- ▶ відображення абсолютного значення ринкової ціни на електроенергію ;
- ▶ відображення прогнозованого значення споживання електроенергії кВт;
- ▶ відображення прогнозованого значення ринкової ціни на електроенергію ;
- ▶ відображення відхилення прогнозованого та фактичного значення споживання електроенергії кВт;
- ▶ відображення ціни відхилення (ризик перевитрат за неточності прогнозу) прогнозованого та фактичного значення споживання електроенергії кВт.

Рисунок Б.5 – Слайд 5

Порівняння DVS

Критерій порівняння	Назва DVS			
	Data Google Studio	Power BI	Plotly	ChartBlocks
Авторизація користувача	+	+	+	+
Безкоштовна	+	+	-	+
Обмеження безкоштовної версії	-	+	+	+
Структура	Ядро+набір модулів	Ядро+набір модулів	Ядро+набір модулів	Ядро+набір модулів
Можливість інтеграції доповнень	+	+	+	+
Гнучкість платформи	+	+	+	+
Кросплатформна	+	+	+	+
Наявність sdk	-	-	+	-

Рисунок Б.6 – Слайд 6

Вибір мови програмування

Мова	Парадигма	Клієнтська	Серверна
Javascript	Імперативна, функційна, прототипно-орієнтована	+	+
Python	Імперативна, об'єктно-орієнтована, функціональна	-	+
PHP	Імперативна, об'єктно-орієнтована	-	+
Java	Об'єктно-орієнтована, імперативна	-	+
Ruby	Об'єктно-орієнтована	-	+
Go	Функційна, імперативна, об'єктно-орієнтована	-	+
Scala	Функційна, імперативна	-	+
Rust	Імперативна, структурна, функційна	-	+

Рисунок Б.7 – Слайд 7

Просте ковзне середнє

Формула простого ковзного середнього:

$$SMA = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n},$$

де P_i - значення показника;

n - порядок змінного середнього, довжина згладжування або період SMA (кількість показників, що входять у розрахунок ковзного)

Рисунок Б.8 – Слайд 8

Блок-схема аналізу часового ряду

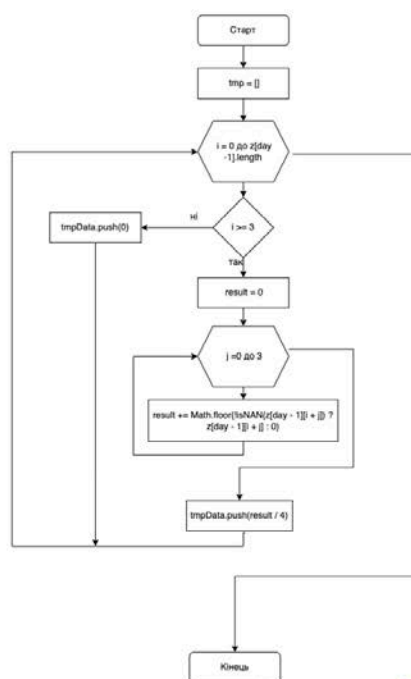
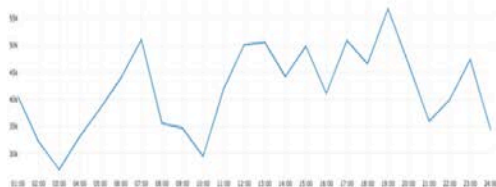
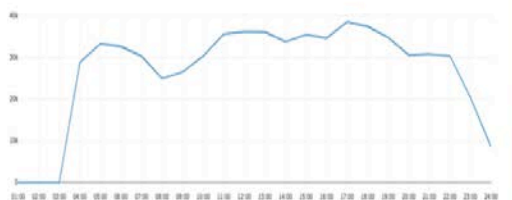


Рисунок Б.9 – Слайд 9

Аналіз часового ряду добового споживання електроенергії



Графік часового ряду



Графік часового ряду, згладжений методом ковзної середньої

Рисунок Б.10 – Слайд 10

Відображення результатів моніторингу добового споживання електроенергії

Діаграма добового споживання



Рисунок Б.11 – Слайд 11

Блок-схема прогнозування часового ряду за адитивною моделлю

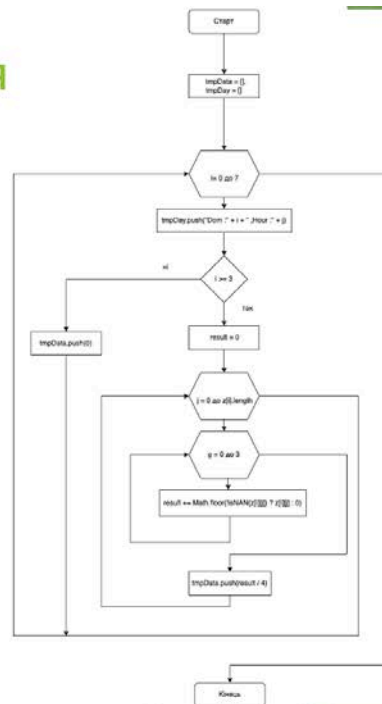
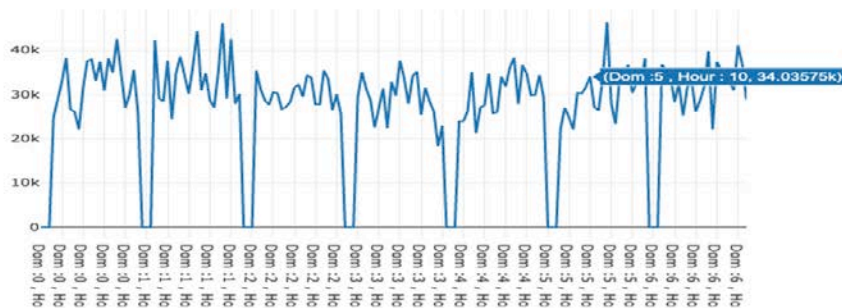


Рисунок Б.12 – Слайд 12

Прогнозування часового ряду за адитивною моделлю



Приклад прогнозування на 7 днів на основі даних минулого місяця

Рисунок Б.13 – Слайд 13

Інтерфейс аналітичної панелі

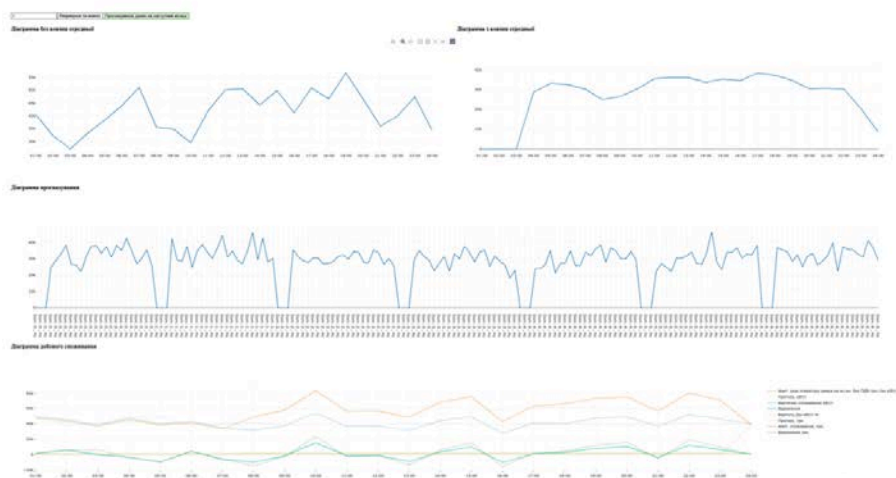


Рисунок Б.14 – Слайд 14

Висновки

У дипломному проєкті проаналізовано процес енергоаудиту та аналізу даних по електроспоживанню підприємства.

Створено аналітичну панель, яка дозволяє проводити:

а) моніторинг добового споживання електроенергії:

- ▶ 1) відображення абсолютного значення споживання електроенергії кВт;
- ▶ 2) відображення абсолютного значення ринкової ціни на електроенергію;
- ▶ 3) відображення прогнозованого значення споживання електроенергії кВт;
- ▶ 4) відображення прогнозованого значення ринкової ціни на електроенергію;
- ▶ 5) відображення відхилення прогнозованого та фактичного значення споживання електроенергії кВт;
- ▶ 6) відображення ціни відхилення (ризик перевитрат за неточності прогнозу) прогнозованого та фактичного значення споживання електроенергії кВт;

б) аналіз даних

- ▶ 1) аналіз часового ряду абсолютного значення споживання електроенергії кВт за добу;

в) прогнозування

- ▶ 1) абсолютного значення споживання електроенергії кВт.

Рисунок Б.15 – Слайд 15

Дякую за увагу!

Рисунок Б.16 – Слайд 16