

ФОРМУВАННЯ ДАТАСЕТУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ВІННИЦІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Використовуючи передові інформаційні технології, було проведено комплексний аналіз та прогнозування стану атмосферного повітря у місті Вінниця на підставі даних громадського моніторингу. В рамках цього дослідження була ретельно проаналізована динаміка змін основних показників якості атмосферного повітря, з використанням інформації як громадського, так і державного моніторингу. Проведено докладне порівняння результатів моніторингу з чинними нормативами для оцінки відповідності рівня забруднення повітря екологічним стандартам. Ця аналітична робота надає глибоке розуміння сучасного стану атмосферного середовища у Вінниці та допомагає визначити можливі шляхи для покращення якості повітря в місті.

Ключові слова: прогнозування, системний аналіз, штучний інтелект, інформаційні технології, атмосферне повітря, машинне навчання.

Abstract

Using advanced information technologies, a comprehensive analysis of the state of the atmospheric air in the city of Vinnytsia was conducted based on data from public monitoring. Within the scope of this research, the dynamics of changes in key indicators of air quality were carefully analyzed, utilizing information from both public and state monitoring. A detailed comparison of the monitoring results with existing standards was carried out to assess the compliance of air pollution levels with environmental standards. This analytical work provides a deep understanding of the current state of the atmospheric environment in Vinnytsia and helps identify potential avenues for improving air quality in the city.

Keywords: forecasting, system analysis, artificial intelligence, information technologies, atmospheric air, machine learning.

Актуальність дослідження

Проблема забруднення атмосферного повітря стала надзвичайно важливою та складною на сьогодні, і її вплив на наше навколишнє середовище є помітним. Для вирішення цієї проблеми необхідно витратити значні зусилля, час і фінансові ресурси. Погіршення якості атмосферного повітря спостерігається в багатьох агломераціях та зонах України, що вказує на необхідність вдосконалення та модернізації системи моніторингу в сфері охорони атмосферного повітря як на рівні громадського, так і на державному рівні [1, 2].

Одним із ключових завдань у вирішенні цієї проблеми є створення інформаційної системи для аналізу та прогнозування стану атмосферного повітря з використанням штучного інтелекту.

Для цього потрібно провести системний аналіз даних громадського та державного моніторингу якості повітря в місті Вінниця. Цей аналіз буде в основі створення відповідної системи прогнозування різних показників якості повітря. Така система повинна бути гнучкою і готовою до подальшого використання в майбутніх дослідженнях та аналітичних роботах [3, 4].

Створення інформаційної технології аналізу стану атмосферного повітря міста Вінниці

На основі даних громадського моніторингу, отриманих безпосередньо з самих станцій моніторингу, встановлених в місті, та за допомогою мови програмування Python і його допоміжних бібліотек була розроблена інформаційна технологія, що прогнозує дані, в нашому випадку атмосферне повітря міста Вінниці.

На рисунках 1-4 наведено процес завантаження даних до системи Kaggle та підготовка до створення технології для аналізу та прогнозування даних щодо якості атмосферного повітря в місті Вінниці.

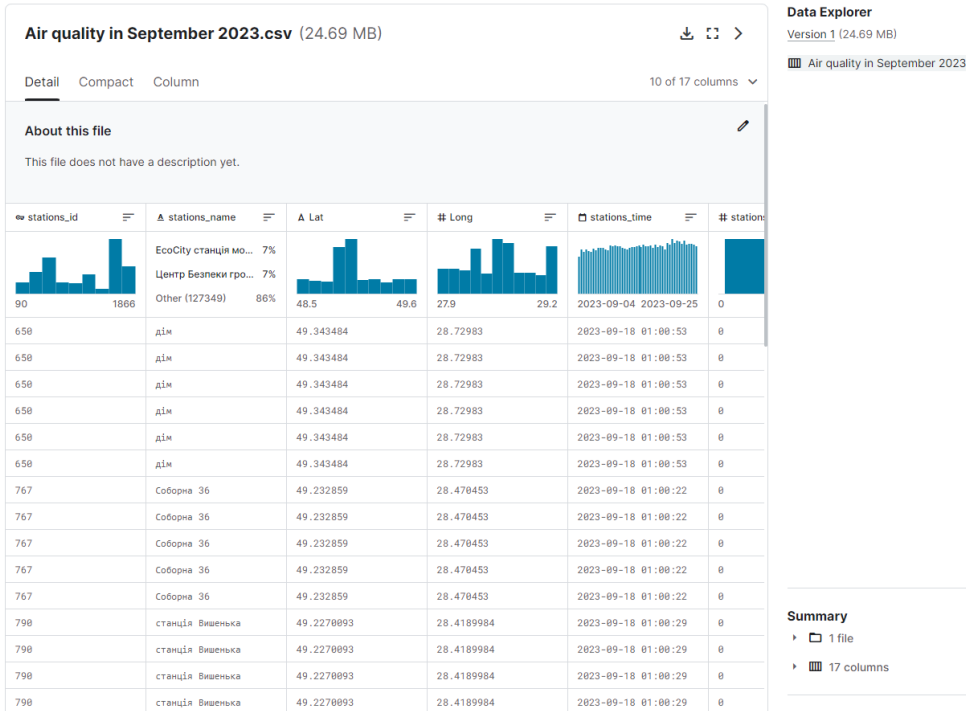


Рис. 1 – Завантаження даних до системи Kaggle

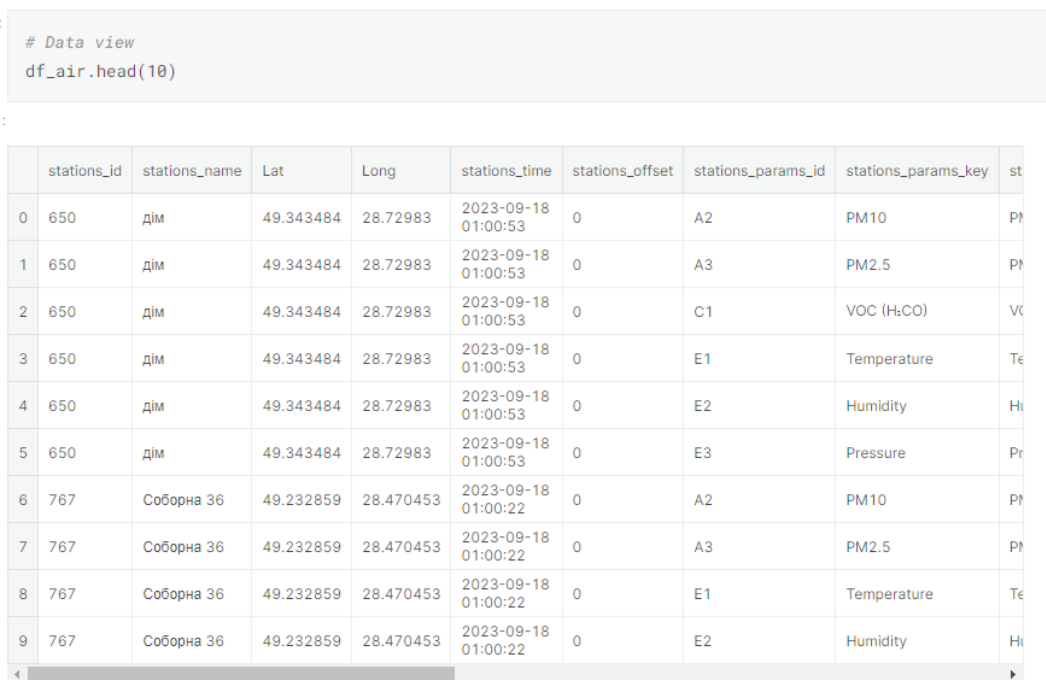


Рис. 2 – Завантаження даних та їх виведення за допомогою мови програмування Python

```
# Drop columns named 'Unnamed: 1' through 'Unnamed: 1000'
df_air_cleaned = df_air.drop(df_air.columns[df_air.columns.str.startswith('Unnamed: ')], axis = 1)

# Cheking the cleaned dataset
df_air_cleaned.head(10)
```

	stations_id	stations_name	Lat	Long	stations_time	stations_offset	stations_params_id	stations_params_key	st
0	650	дім	49.343484	28.72983	2023-09-18 01:00:53	0	A2	PM10	PM
1	650	дім	49.343484	28.72983	2023-09-18 01:00:53	0	A3	PM2.5	PM
2	650	дім	49.343484	28.72983	2023-09-18 01:00:53	0	C1	VOC (H ₂ CO)	VO
3	650	дім	49.343484	28.72983	2023-09-18 01:00:53	0	E1	Temperature	Te
4	650	дім	49.343484	28.72983	2023-09-18 01:00:53	0	E2	Humidity	Hi
5	650	дім	49.343484	28.72983	2023-09-18 01:00:53	0	E3	Pressure	Pr
6	767	Соборна 36	49.232859	28.470453	2023-09-18 01:00:22	0	A2	PM10	PM
7	767	Соборна 36	49.232859	28.470453	2023-09-18 01:00:22	0	A3	PM2.5	PM
8	767	Соборна 36	49.232859	28.470453	2023-09-18 01:00:22	0	E1	Temperature	Te
9	767	Соборна 36	49.232859	28.470453	2023-09-18 01:00:22	0	E2	Humidity	Hi

Рис. 3 – Видалення зайвих стовпців

```
# Dataset description
df_air_cleaned.describe()
```

	stations_id	stations_name	Lat	Long	stations_time	stations_offset	stations_params_id	stations
count	148489	148489	148489.000000	148489.000000	148489	148489	148489	148489
unique	37	19	37.000000	37.000000	14044	3	11	12
top	1811	ЕcoCity станція моніторингу Хмільник	49.558012	27.956897	2023-09-07T03:54:00Z	0	E1	Temper
freq	10423	10570	10423.000000	10423.000000	42	146441	32836	32836

Рис. 4 – Загальний опис отриманого датасету

Завантаження та корекція даних є фундаментальними етапами для створення будь якої інформаційної технології, особливо з використанням штучного інтелекту. Ці етапи визначають надійність та точність інформації, яка буде використовуватися в подальшому аналізі. На шляху до створення технології прогнозування та аналізу даних атмосферного повітря вони стають важливим етапом, сприяючи уточненню та оптимізації наборів даних.

Для більш глибокого розуміння контексту, здійснення аналізу та здійснення подальших кроків, використано Python та відповідні бібліотеки. Цей вибір підкреслює акцент на ефективному та гнучкому програмуванні, необхідному для обробки великих обсягів даних та їх подальшої візуалізації.

На рис. 5-9 відображено процес побудови різного виду візуалізації та прогнозування даних стосовно рівня забруднення атмосферного повітря міста Вінниці за допомогою мови програмування Python.

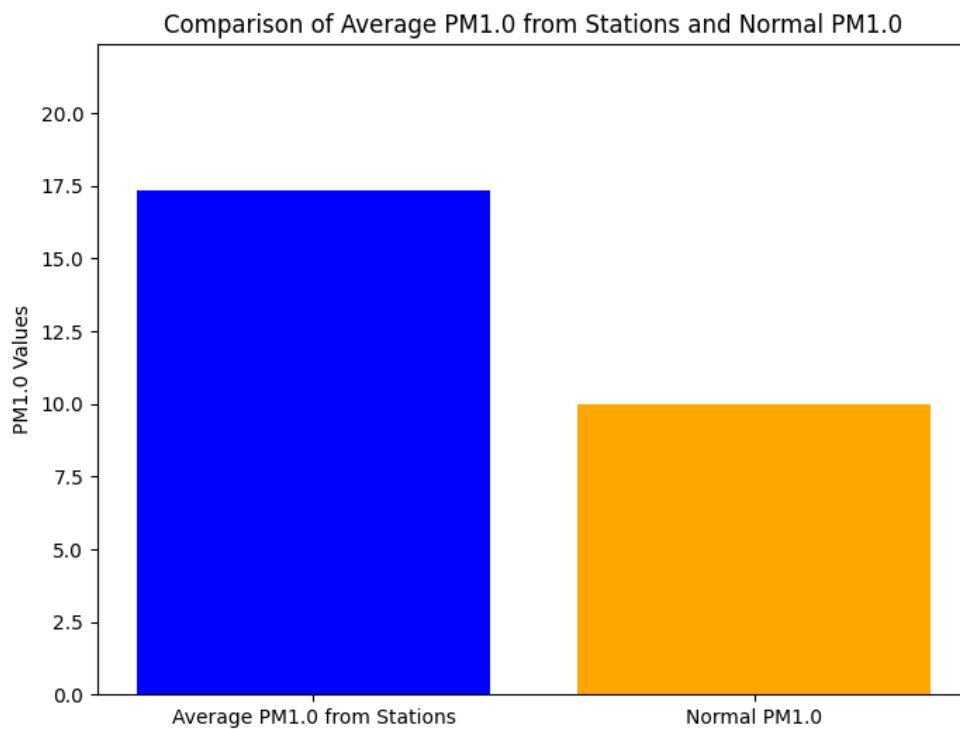


Рис. 5 – Зрівняння показників пилу розмір частинок яких становить 1 мікромметр з встановленою нормою

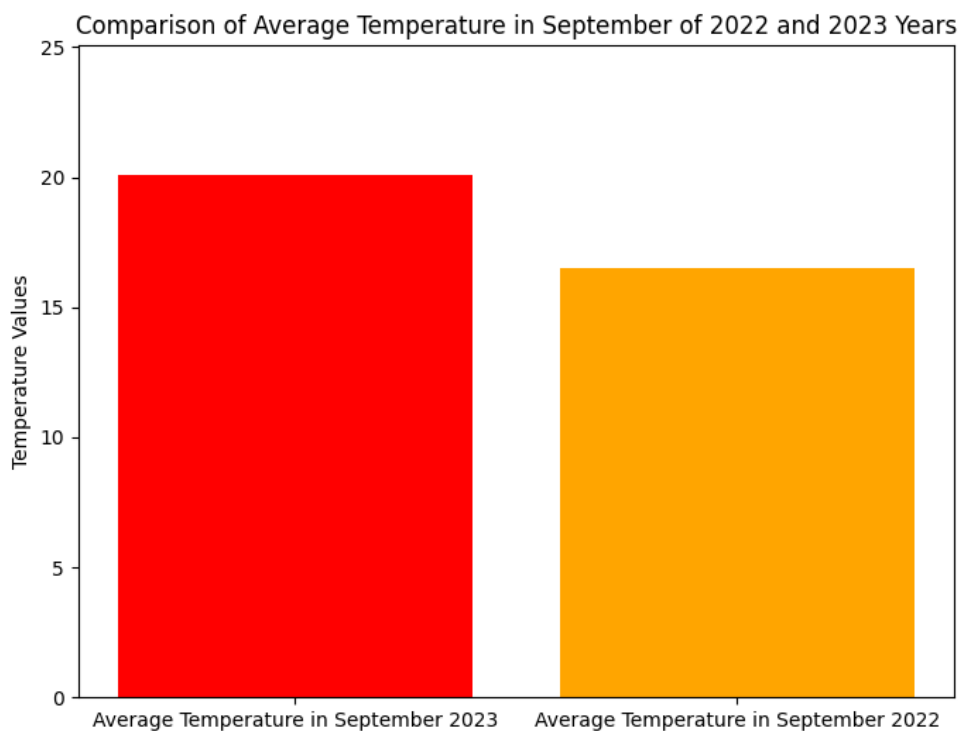


Рис. 6 – Зрівняння середньомісячної температури за вересень місяць 2023 та 2022 років

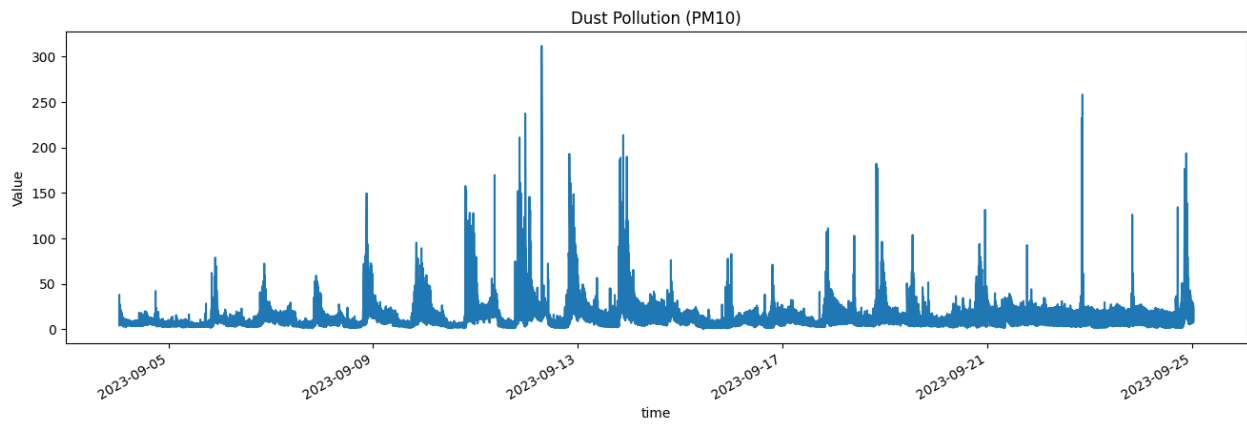


Рис. 7 – Графік з відображенням динаміки частинок пилу розміром 10 мкм у часі

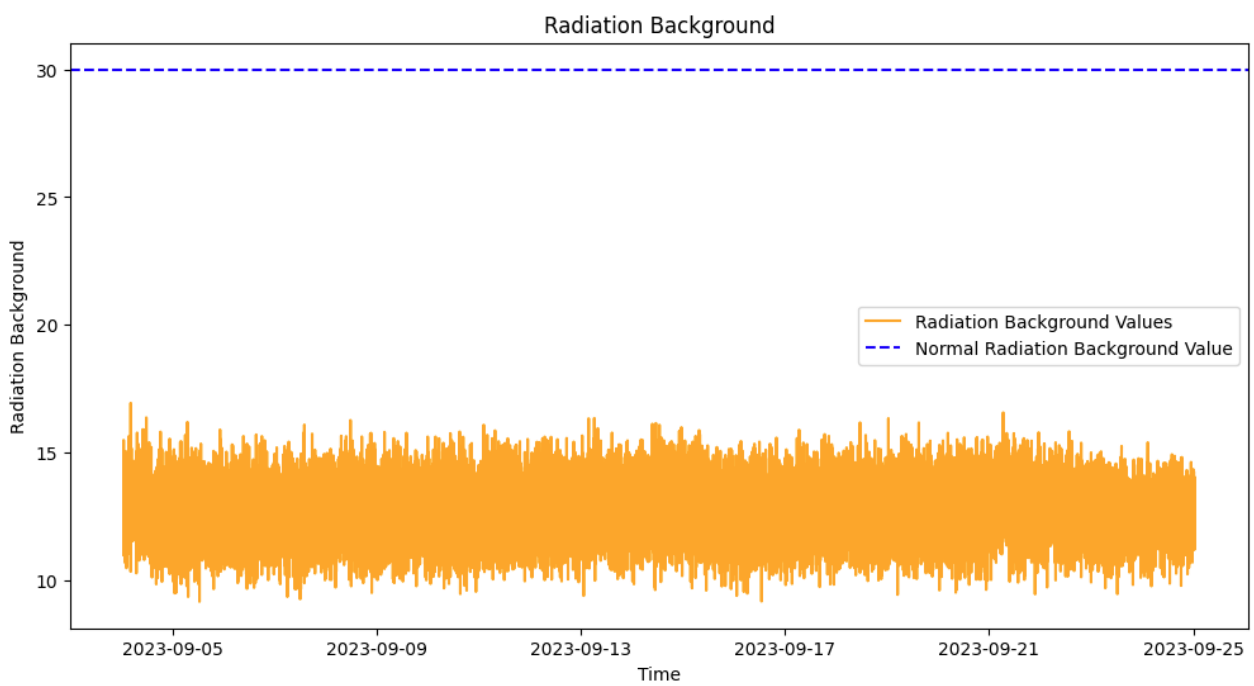


Рис. 8 – Графік з відображенням динаміки значень за вересень місяць показнику радіаційного фону згідно його норми

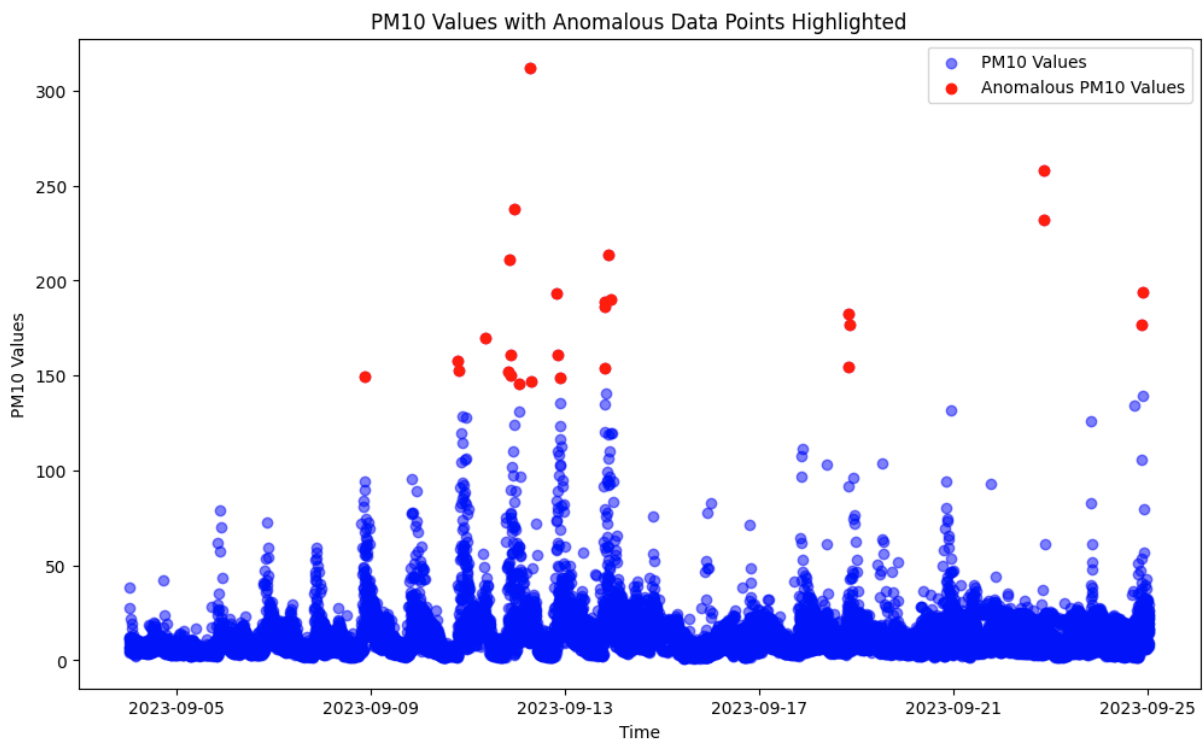


Рис. 9 – Графік з відображенням аномальних значень показнику частинки пилу розміром 10 мкм

Здійснення системного аналізу даних надало можливість ретельного розгляду та наукового дослідження інформації щодо якості атмосферного повітря у місті Вінниця. На підставі отриманих результатів цього аналізу було виконано прогнозування даних за допомогою методів штучного інтелекту, зокрема, використовуючи моделі ARIMA та Prophet.

На рисунках 10-12 зображено результати прогнозування на основі показників, які забруднюють атмосферне повітря.

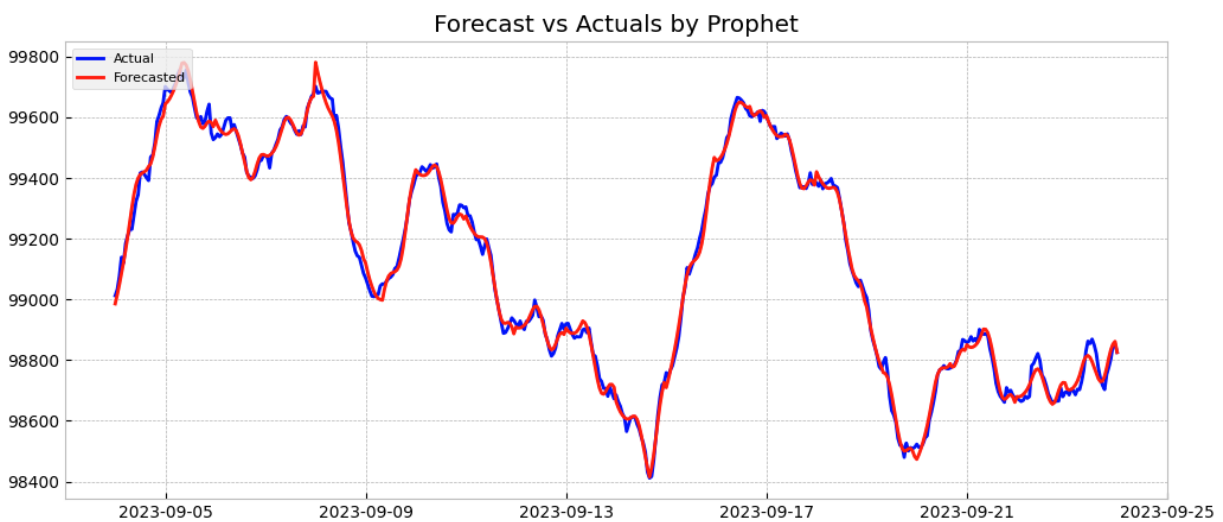


Рис. 10 – Графік прогнозу тиску

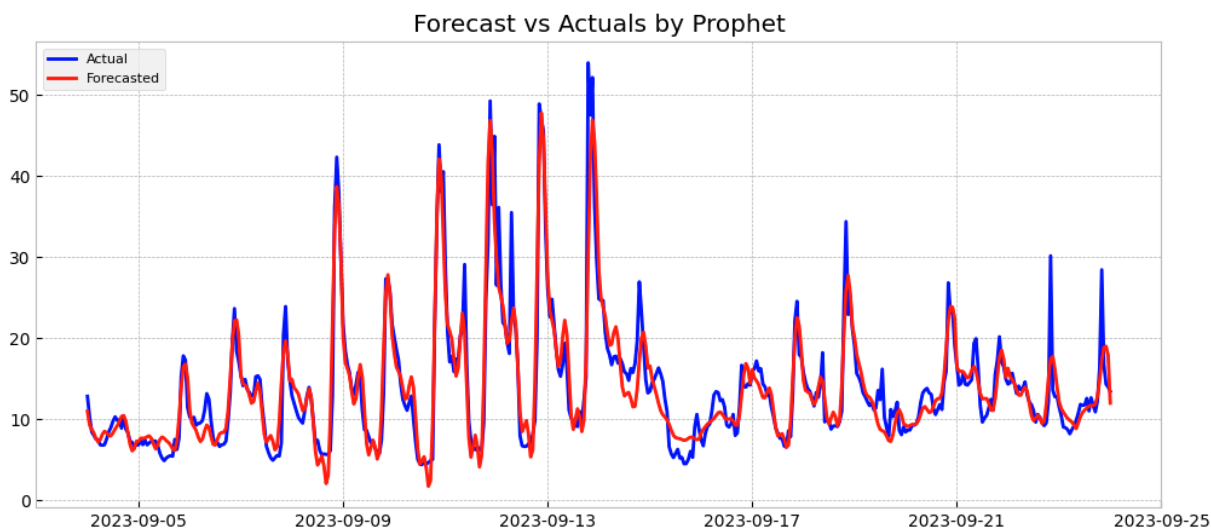


Рис. 11 – Графік прогнозу частинок пилу розміром 10 мкм

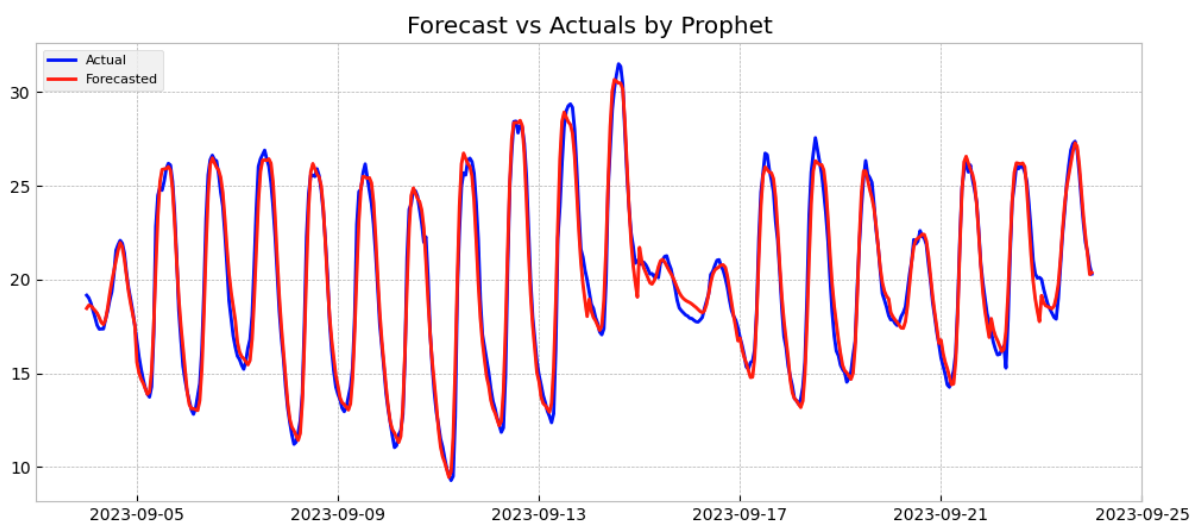


Рис. 12 – Графік прогнозу температури

Враховуючи отримані результати з оптимально налаштованою моделлю, середній показник точності прогнозу складає 0,68, що є високим показником для прогнозування такого обсягу даних. Загальна якість повітря у місті оцінюється як задовільна в контексті наданої інформації.

Висновки

Здійснено збір даних з громадського моніторингу щодо стану атмосферного повітря міста Вінниці. Застосовуючи передові інформаційні технології, був проведений системний аналіз та прогнозування якості повітря у Вінниці станом на 2023 рік. Побудовано ряд графіків та моделей для прогнозування, користуючись мовою програмування Python. Отримані графіки прогнозу по ключовим показникам якості атмосферного повітря були охарактеризовані. На подальших етапах розвитку планується підвищення рівня автоматизації операцій, включаючи системний аналіз та прогнозування даних щодо якості повітря.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мокін В. Б. Створення інформаційної системи моніторингу забруднення атмосферного повітря міста на основі технології «Інтернет речей» / В. Б. Мокін, Б. Ю. Собко, С. М. Крижановський, М.В. Дратованій, Г. В. Горячев // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2017. — № 3 — С. 49-58.
2. Мокін В. Б. Розроблення Програми державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря агломерації «Вінниця» на 2021-2025 роки // В. Б. Мокін, С. М. Крижановський // XX Міжнародна науково-практична конференція “Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях”, 04-08 жовтня 2021 р., м. Київ НАН України 2021, С. 32 – 35 Електрон. текст. дані, 2021 – Режим доступу: https://itgip.org/wp-content/uploads/2021/10/1_%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BA%D0%B0_2021.pdf
3. Технологія проектування мережі спостережень якості атмосферного повітря регіону на основі методу аналізу ієрархій [Електронний ресурс] / В. Б. Мокін, С. М. Крижановський, А. Р. Ящолт, Д. О. Шмундяк // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2021. – № 4. – С. 1-13. – DOI: <https://doi.org/10.31649/2307-5376-2021-4-21-33>
4. Інформаційна технологія побудови топологічно спостережуваної багатозв'язної аналітичної геоінформаційної системи зі змінною структурою / В. Б. Мокін, І. В. Варчук, С. М. Крижановський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2016. — № 5 (128). – С. 24-31.

Євгеній Миколайович Крижановський – канд. техн. наук, доцент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kruzhan@gmail.com;

Піроговський Андрій Віталійович – студент групи 2ІСТ-22м, Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації Вінницького національного технічного університету, Вінниця, andreypirogovskiy@gmail.com.

Kryzhanovsky, Evgeniy M. – Cand. Sc. (Eng), Department of Systems Analysis, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kruzhan@gmail.com;

Pirohovskiy Andrii V. – student of 2IST-22m group, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation of Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, andreypirogovskiy@gmail.com.