

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ВІННИЦІ.

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Використовуючи сучасні інформаційні технології здійснено системний аналіз стану атмосферного повітря міста Вінниці за даними громадського моніторингу. Проаналізовано динаміку зміни основних показників якості атмосферного повітря за даними громадського та державного моніторингу. Здійсненого порівняння результатів моніторингу з відповідними нормативами.

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

Abstract

Using modern information technologies, a systematic analysis of the state of atmospheric air in Vinnytsia city based on public monitoring data is carried out. The dynamics of changes in the main indicators of atmospheric air quality according to public and state monitoring is analysed. The monitoring results are compared with the relevant standards.

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

Актуальність дослідження

Проблематика забруднення атмосферного повітря, на сьогоднішній день, є особливо важливою та складною проблемою, яка помітно впливає на наше навколишнє середовище, та задля вирішення якої потрібно неабияких зусиль, часу і коштів. У багатьох агломераціях та зонах України нині спостерігається погіршення якості атмосферного повітря, що вказує на необхідність вдосконалення та модернізації системи, як громадського, так і державного моніторингу в сфері охорони атмосферного повітря [1, 2].

Одним з основних завдань у вирішенні цієї проблеми є розробка інформаційної системи для аналізу та передбачення стану атмосферного повітря з використанням штучного інтелекту.

Для цього необхідно провести системний аналіз даних громадського та державного моніторингу щодо якості повітря в місті Вінниця, який дозволить створити відповідну систему для прогнозування різних показників якості повітря. Дана система повинна бути гнучкою та 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 EcoCity та з використанням мови програмування Python, і її бібліотек, створено технологію системного аналізу та прогнозування даних за різними показниками, що забруднюють атмосферне повітря міста Вінниці.

На рисунках 1-3 наведено процес завантаження даних до системи Kaggle та підготовка до створення технології для аналізу та прогнозування даних щодо якості атмосферного повітря.

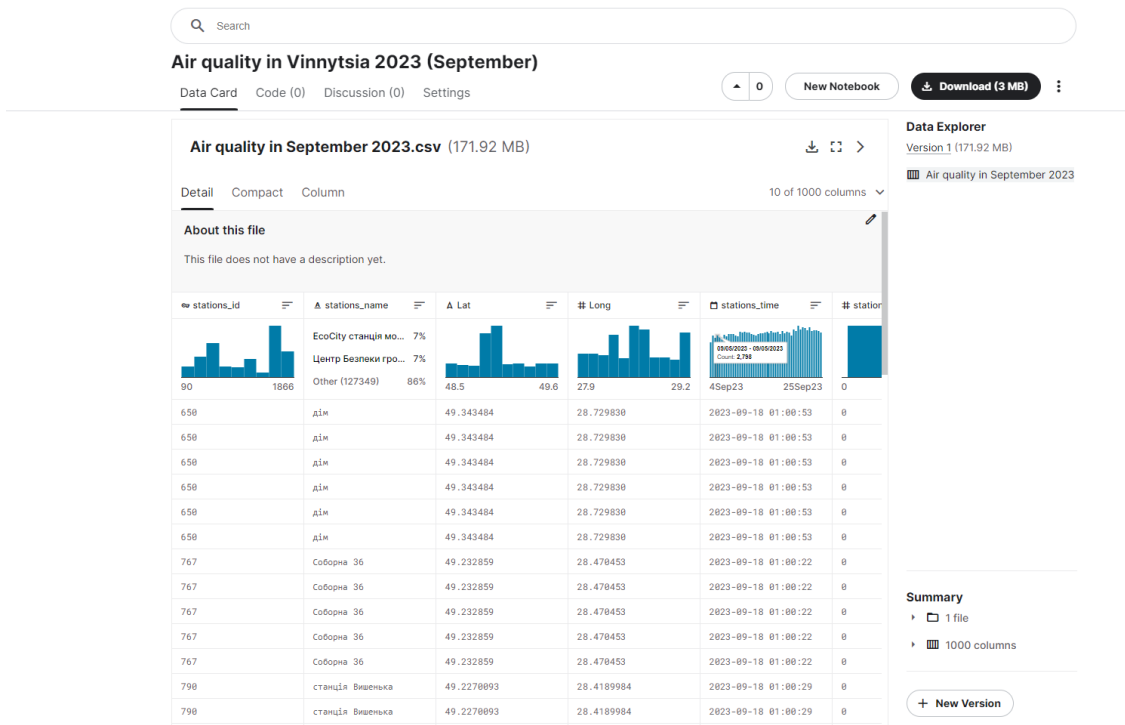


Рис. 1 – Завантаження даних до системи Kaggle

```
[2]: # Downloading data
path = Path('../input/air-quality-in-vinnytsia-2023-september')
df_air = pd.read_csv(path/'Air quality in September 2023.csv')
```

```
[3]: # Data view
df_air.head(10)
```

```
[3]: stations_id  stations_name  Lat  Long  stations_time  stations_offset  stations_params_id  stations_params_key  stations_params_name  stations_params_localName  ...  Unnamed: 991  Unnamed: 992  Unnamed: 993
0          650          дiм  49.343484  28.72983  2023-09-18 01:00:53  0          A2          PM10          PM10          Пил 10 мкм ...  NaN  NaN  NaN
1          650          дiм  49.343484  28.72983  2023-09-18 01:00:53  0          A3          PM2.5          PM2.5          Пил 2.5 мкм ...  NaN  NaN  NaN
2          650          дiм  49.343484  28.72983  2023-09-18 01:00:53  0          C1          VOC (H2CO)          VOC (H2CO)          ЛОС (Формальдегiд) ...  NaN  NaN  NaN
3          650          дiм  49.343484  28.72983  2023-09-18 01:00:53  0          E1          Temperature          Temperature          Температура ...  NaN  NaN  NaN
4          650          дiм  49.343484  28.72983  2023-09-18 01:00:53  0          E2          Humidity          Humidity          Вологiсть ...  NaN  NaN  NaN
5          650          дiм  49.343484  28.72983  2023-09-18 01:00:53  0          E3          Pressure          Pressure          Атмосферний тиск ...  NaN  NaN  NaN
6          767  Соборна 36  49.232859  28.470453  2023-09-18 01:00:22  0          A2          PM10          PM10          Пил 10 мкм ...  NaN  NaN  NaN
7          767  Соборна 36  49.232859  28.470453  2023-09-18 01:00:22  0          A3          PM2.5          PM2.5          Пил 2.5 мкм ...  NaN  NaN  NaN
8          767  Соборна 36  49.232859  28.470453  2023-09-18 01:00:22  0          E1          Temperature          Temperature          Температура ...  NaN  NaN  NaN
9          767  Соборна 36  49.232859  28.470453  2023-09-18 01:00:22  0          E2          Humidity          Humidity          Вологiсть ...  NaN  NaN  NaN
```

10 rows x 1001 columns

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

```
[168]: # Find null values
df_air_cleaned.isnull().sum()

[168.. stations_id          0
stations_name          0
Lat                    0
Long                   0
stations_time          0
stations_offset        0
stations_params_id     0
stations_params_key    0
stations_params_name   0
stations_params_localName 0
stations_params_unit   0
stations_params_localUnit 0
stations_params_value  2941
stations_params_cr     60930
stations_params_time   0
stations_params_offset 0
stations_params_level  0
dtype: int64

[169]: # Drop rows with null values from dataset
df_air_cleaned_2 = df_air_cleaned.dropna()
```

Рис. 3 – Перевірка та видалення нульових значень в наборі даних

Завантаження даних та їх корекція є необхідними етапами для створення будь-якої інформаційної технології з використанням штучного інтелекту. Тому для подальшого аналізу даних, за допомогою відповідної бібліотеки Python, побудовано інтерактивну мапу з відображення станції моніторингу якості повітря в місті.

На рис. 4-5 відображено процес побудови мапи та її вигляд за допомогою мови програмування Python.

```
[192]: # Creating new dataset for building map (List of stations)
df_air_for_map = pd.DataFrame({
    'station_unique_id': ['650', '767', '790', '1811', '1813', '1825', '1830', '1834', '1866', '246', '256', '271', '274', '281', '315', '90'],
    'station_name': ['дім', 'Соборна 36', 'станція Вишенька', 'EcoCity станція моніторингу Хмільник', 'Якушинці', 'Центральна площа', 'Центр Безпеки громадян Війтвіецької сільської громади', 'Eco Stryzh', 'Северинівка', 'vinnytsia-246', 'vinnytsia-256', 'vinnytsia-271', 'vinnytsia-274', 'vinnytsia-281', 'vinnytsia-315', 'vinnytsia-90'],
    'Lat': ['49.343484', '49.232859', '49.227009', '49.558012', '49.2571196', '49.105637', '49.6288314', '49.3064814', '48.516638', '49.2234644', '49.204856', '49.23688714', '49.22477769', '49.24192687', '49.24368759', '49.21773365'],
    'Long': ['28.72983', '28.470453', '28.4189984', '27.956897', '28.3671704', '29.286617', '27.89884', '28.4828855', '29.184421', '28.40095116', '28.52099999', '28.51330549', '28.42491984', '28.46202092', '28.49643223', '28.44979464']
})

# Converting 'Lat' and 'Long' columns to float
df_air_for_map['Lat'] = df_air_for_map['Lat'].astype(float)
df_air_for_map['Long'] = df_air_for_map['Long'].astype(float)

df_air_for_map

[192.. station_unique_id    station_name    Lat    Long
0          650          дім    49.343484    28.729830
1          767    Соборна 36    49.232859    28.470453
2          790    станція Вишенька    49.227009    28.418998
3          1811    EcoCity станція моніторингу Хмільник    49.558012    27.956897
4          1813          Якушинці    49.257120    28.367170
5          1825    Центральна площа    49.105637    29.206617
6          1830    Центр Безпеки громадян Війтвіецької сільської ...    49.628831    27.898840
7          1834          Eco Stryzh    49.306481    28.482885
8          1866    Северинівка    48.516638    29.184421
9          246    vinnytsia-246    49.223464    28.400951
10         256    vinnytsia-256    49.204856    28.528835
11         271    vinnytsia-271    49.236887    28.513305
12         274    vinnytsia-274    49.224778    28.424920
```

Рис. 4 – Створення нового датасету для побудови карти

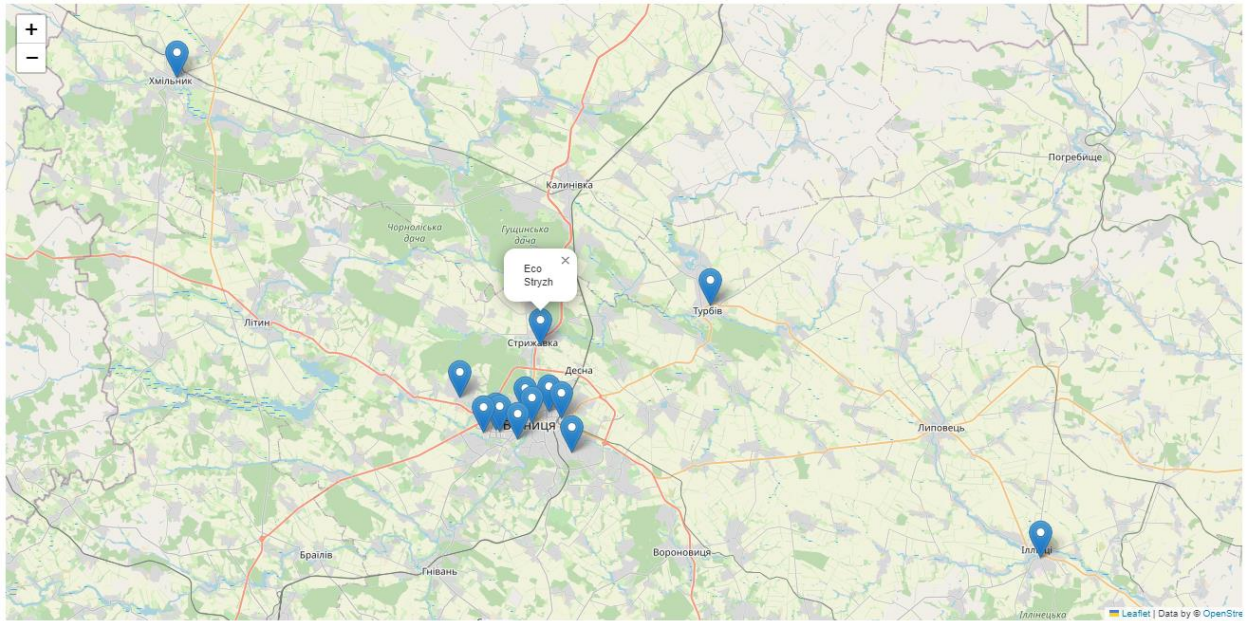


Рис. 5 – Мапа розташування станцій моніторингу якості повітря

Після створення інтерактивної мапи з відображенням станцій моніторингу якості повітря, проведено системний аналіз даних в вигляді графіків, що демонструють дані різних показників та їх динаміку. На рисунках 6-9 наведено графіки з відображенням необхідних для дослідження даних.

Comparison of Average Radiation Background from Stations and Normal Radiation Background

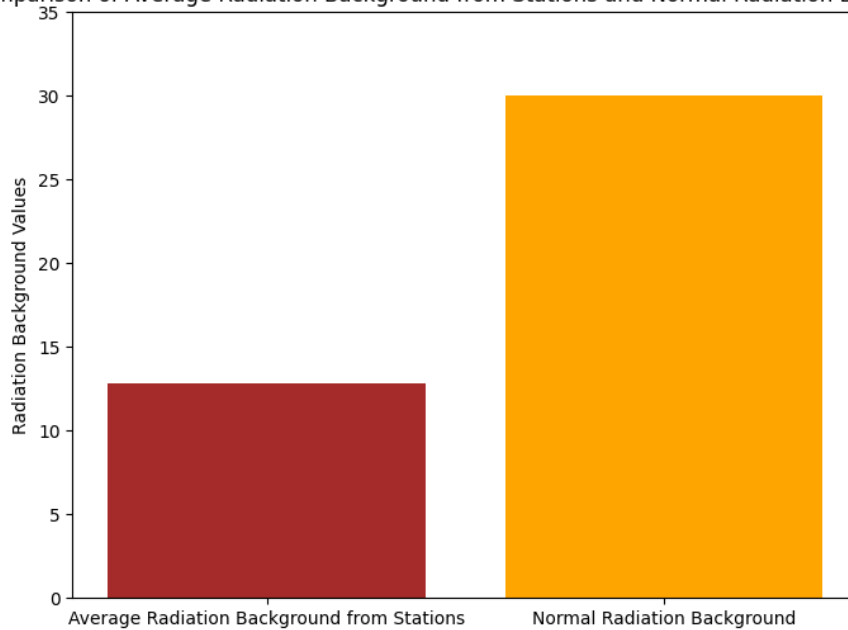


Рис. 6 – Зрівняння показників радіаційного фону з встановленою нормою

<Axes: title={'center': 'Dust pollution (PM1)'}, xlabel='time', ylabel='Value'>

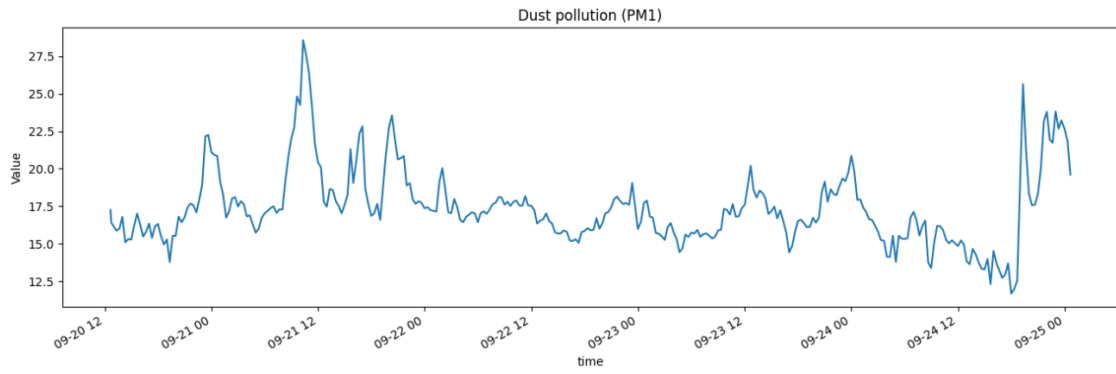


Рис. 7 – Графік з відображенням динаміки частинок пилу розміром 1 мкм. у часі

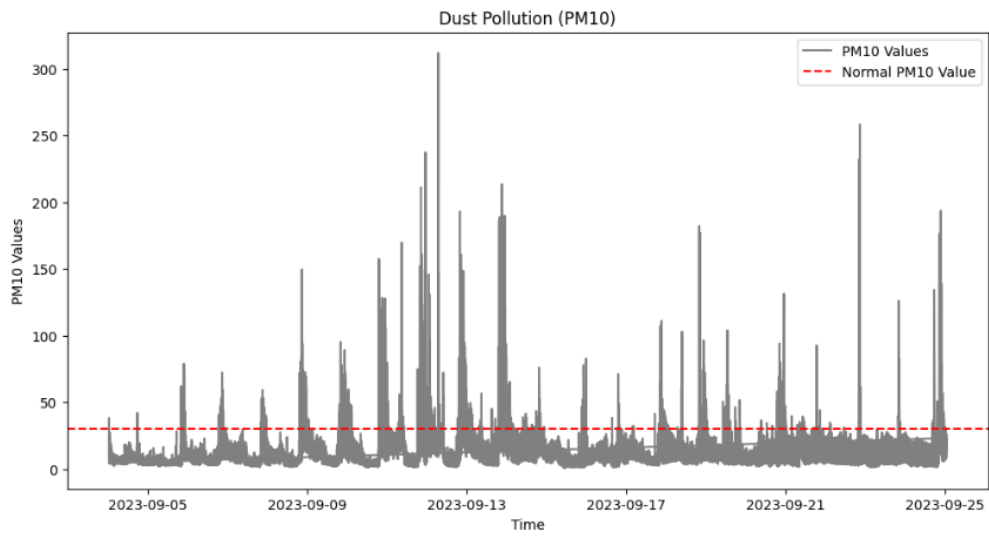


Рис. 8 – Значення частинок пилу розміром 10 мкм. відносно встановленої форми

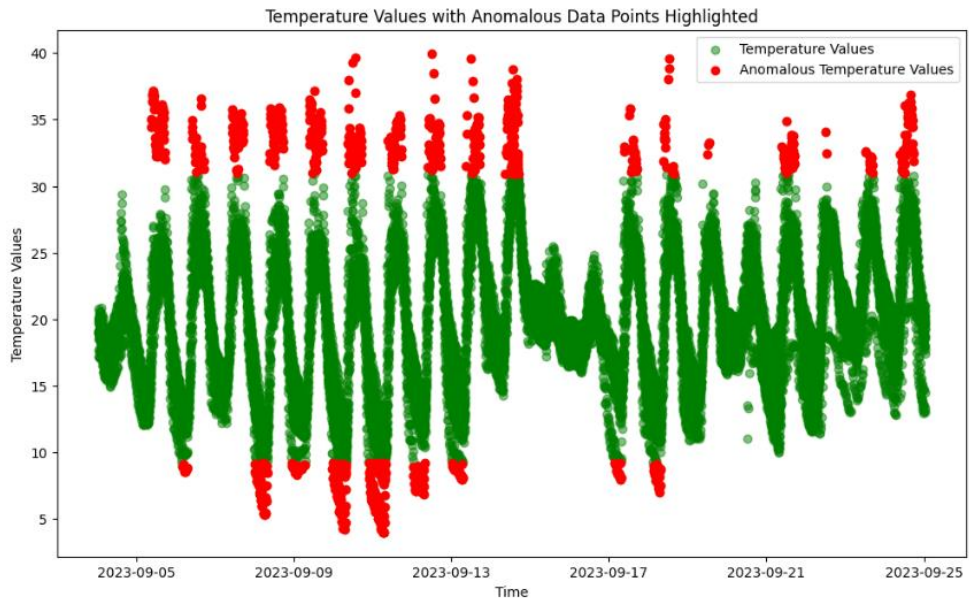


Рис. 9 – Графік з відображенням аномальних значень показнику температури

Здійснення системного аналізу даних дало змогу детально розглянути та дослідити дані стосовно якості атмосферного повітря в місті Вінниця. На основі отриманих з дослідження даних було проведено їх прогнозування за допомогою штучного інтелекту.

На рисунках 10-14 зображено результати прогнозування на основі показників, які забруднюють атмосферне повітря.

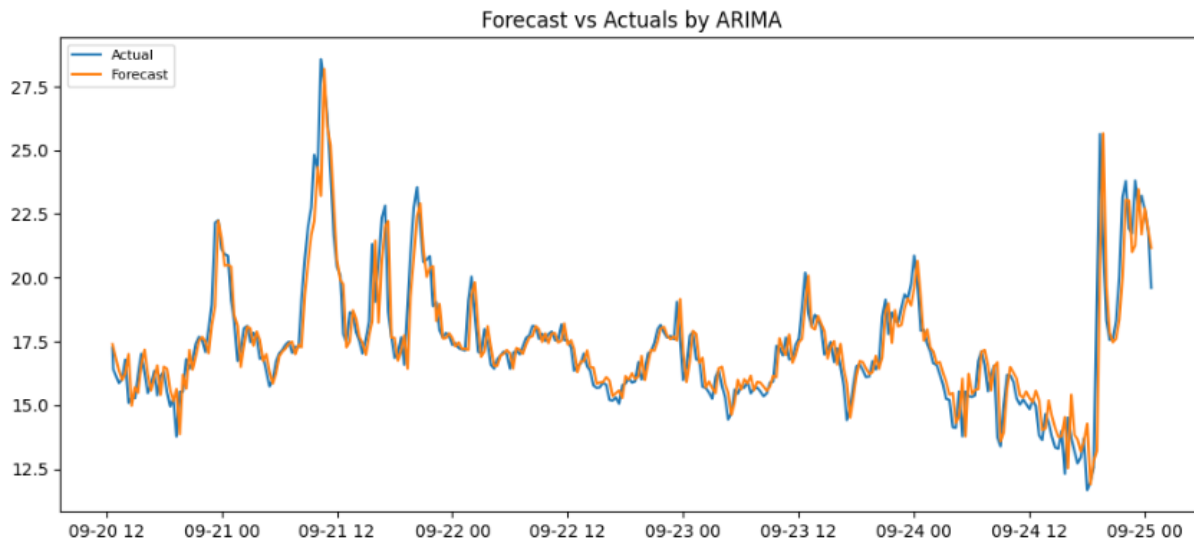


Рис. 10 – Графік прогнозу частинок пилу розміром 1 мкм.

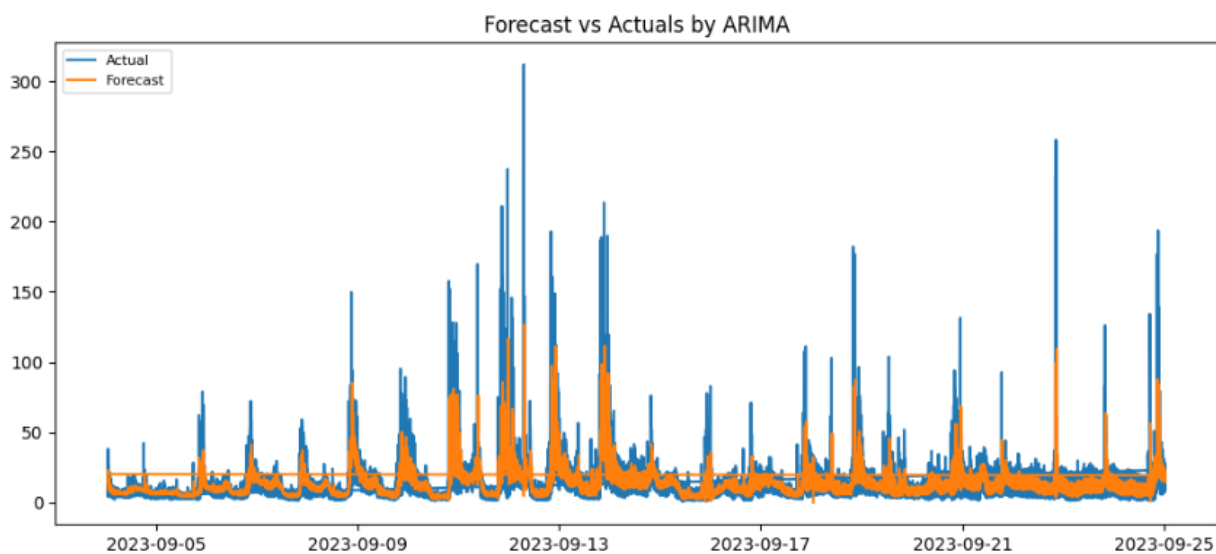


Рис. 11 – Графік прогнозу частинок пилу розміром 10 мкм.

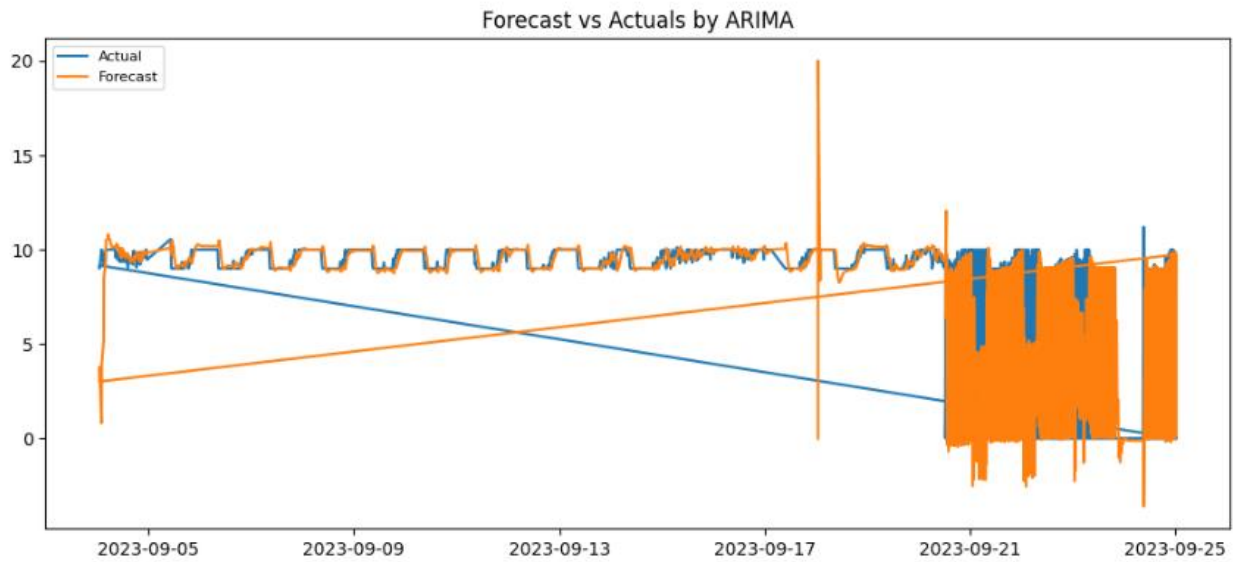


Рис. 12 – Графік прогнозу формальдегіду

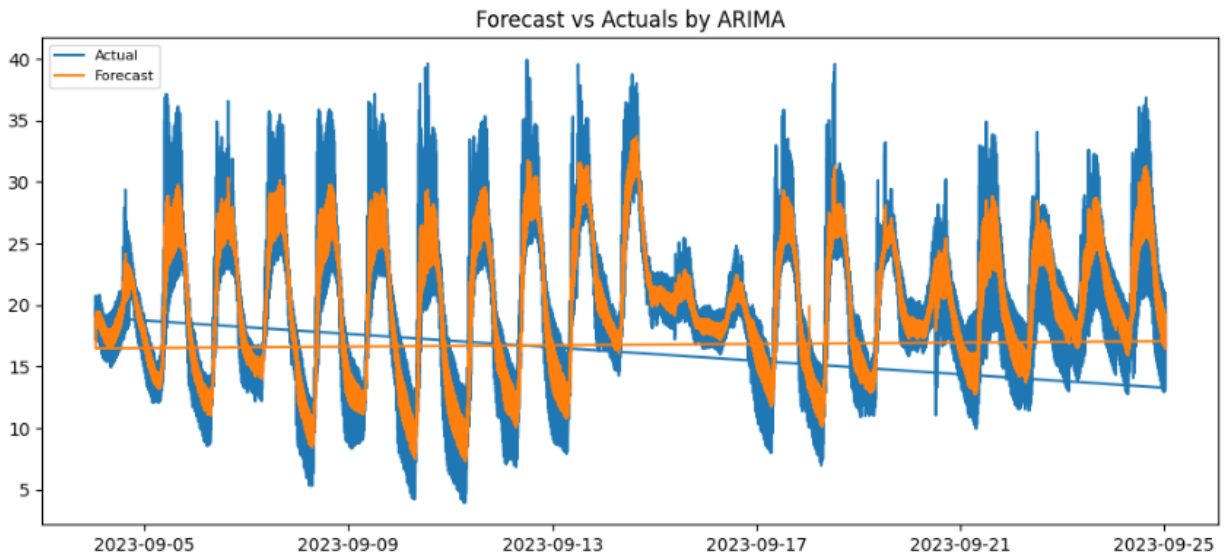


Рис. 13 – Графік прогнозу температури

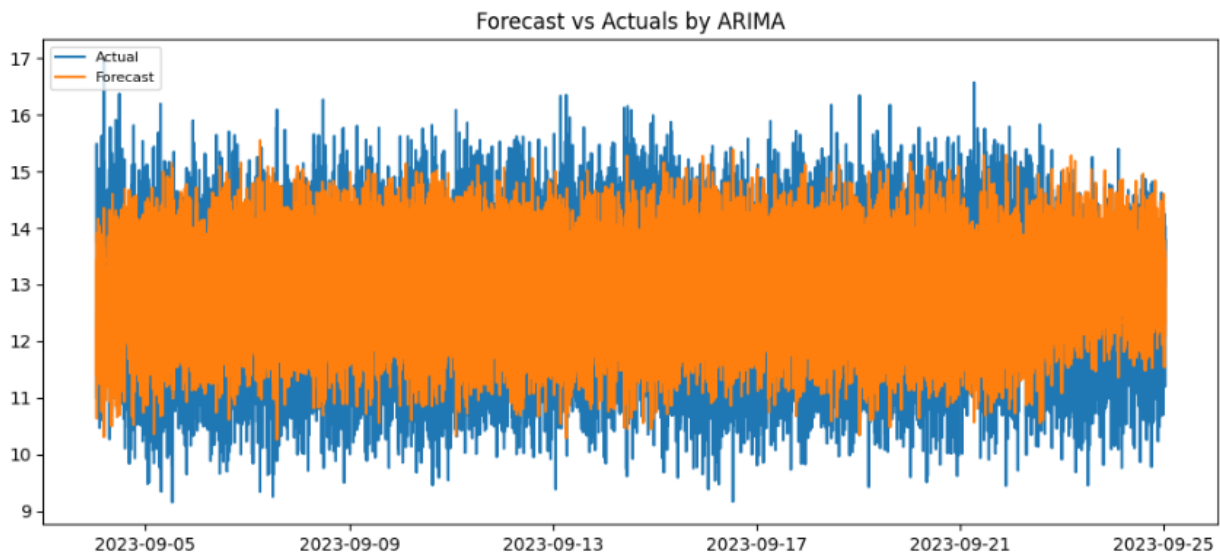


Рис. 14 – Графік прогнозу радіаційного фону

Згідно отриманих результатів, з оптимально налаштованою моделлю, середній показник точності прогнозу становить 0,68, що є досить добрим результатом для прогнозування даних, а загальна якість повітря у місті зазначається як задовільна.

Висновки

Здійснено збирання даних громадського моніторингу стану атмосферного повітря міста Вінниці. Використовуючи сучасні інформаційні технології здійснено системний аналіз та прогнозування даних щодо якості повітря у місті Вінниця станом на 2023 р. Побудовано ряд графіків та моделей для прогнозування даних з використанням мови програмування Python. Охарактеризовано отримані графіки прогнозу по основним показникам якості атмосферного повітря. Майбутні заходи з розвитку будуть спрямовані на підвищення рівня автоматизації операцій, які включають у себе 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, Є. 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, Є. 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 проєктування мережі спостережень якості атмосферного повітря регіону на основі методу аналізу ієрархій [Електронний ресурс] / В. Б. Мокін, Є. М. Крижановський, А. Р. Яцолт, 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, Є. 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 2ICT-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.