

Список використаних джерел

1. White, R.H.; Stineman, C.H.; Symons, J.M.; Breysse, P.N.; Kim, S.R.; Bell, M.L.; Samet, J.M. Premature Mortality in the Kingdom of Saudi Arabia Associated with Particulate Matter Air Pollution from the 1991 Gulf War. Hum. Ecol. Risk Assess. 2008, 14, 645–664.
2. Якість повітря у всьому світі, [електронний ресурс], <https://aqicn.org/station/ukraine-zaporizhzhia-mahistral-embarkment/#/z/12.8>
3. Державна служба статистики України, [електронний ресурс], <https://ukrstat.gov.ua/>
4. Офіційний вебпортал парламенту України, [електронний ресурс], <https://zakon.rada.gov.ua/laws>
5. GRETl software, [електронний ресурс], <https://gretl.sourceforge.net/>

УДК 519.7

ВІДНОВЛЕННЯ ДАНИХ В ЗАДАЧАХ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Подковаліхіна О.О., к. ф.-м. н., доцент, epodkovalihina@gmail.com, НУ
«Запорізька політехніка»

Аналіз якості атмосферного повітря сьогодні є одним з актуальних питань [1-3]. Небезпечними для людини та навколишнього природного середовища є тверді частинки – particulate matter (PM). Вплив PM може призвести до серйозних наслідків для здоров'я. Для аналізу стану атмосферного повітря важливо мати дані за кожен місяць. Дані з певних причин вимірюються не систематично і можуть бути відсутні за один або декілька місяців, тому актуальною є задача відновлення даних з мінімальною похибкою [3,4].

Для аналізу якості атмосферного повітря були використані дані зі станції моніторингу, яка знаходиться у місті Запоріжжя за адресою бульвар Центральний 22А (дані з <https://waqi.info/uk/#/c/7.058/8.869/2.4z>). Для дослідження були використані середньодобові значення твердих частинок PM_{2,5}. Оскільки дані за кожен день протягом трьох років вимірювались не систематично, було розраховано середньомісячні значення (табл. 1).

Таблиця 1 – Середньомісячні дані твердих частинок PM_{2,5}

Період	PM _{2,5}	Період	PM _{2,5}
Січ.20	21,616	Сер.21	15,487
Лют.20	10,842	Вер.21	12,555
Бер.20	10,373	Жов.21	18,401
Кві.20	7,554	Лис.21	17,137
Тра.20	4,389	Гру.21	15,884
Чер.20	4,526	Січ.22	13,203
Лип.20	4,738	Лют.22	14,843
Сер.20	6,555	Бер.22	8,149
Вер.20	6,384	Кві.22	8,377
Жов.20	11,320	Тра.22	3,537
Лис.20	16,321	Чер.22	5,783
Гру.20	16,383	Лип.22	5,521
Січ.21	18,015	Сер.22	11,033
Лют.21	16,803	Вер.22	6,451
Бер.21	16,517	Жов.22	5,835
Кві.21	11,776	Лис.22	14,479
Тра.21	4,257	Гру.22	14,414
Чер.21	7,153	Січ.23	13,003
Лип.21	11,355		

Розглянемо наступну задачу. Маємо дані викидів PM_{2,5} за 2022 рік за виключенням одного місяця – липня. Необхідно відновити дані за липень. Для відновлення даних використаємо метод апроксимації. Вузли потрібно обрати таким чином, щоб вони були рівномірно віддалені. Було обрано шість вузлів (лютий, квітень, червень, серпень, жовтень, грудень). Для дослідження впливу ступеню многочлену на точність відновлення даних за місяць липень, було побудовано многочлени шести ступенів (табл. 2). Для апроксимації за 6 вузлами найменшу похибку (1,1507) дає многочлен другого або третього ступеню.

Таблиця 2 – Апроксимація за 6 вузлами

Ступінь многочлену апроксимації	Відновлене значення PM _{2,5} (липень 2022 р.)	Похибка
1	10,0475	4,5262
2	6,672	1,1507
3	6,672	1,1507
4	8,8081	3,2868
5	8,8081	3,2868
6	8,4308	2,9095

Тепер дослідимо вплив кількості вузлів апроксимації на точність відновлення даних. Розглянемо наступну задачу. Відомі дані викидів твердих частинок РМ_{2,5} за 2021-2022 роки, за виключенням липня 2022 року. Необхідно відновити дані за липень 2022 року. Було обрано дванадцять вузлів (лютий, квітень, червень, серпень, жовтень, грудень 2021р., лютий, квітень, червень, серпень, жовтень, грудень 2022р.). Було побудовано многочлени апроксимації шести ступенів (табл. 3). Для апроксимації за дванадцятьма вузлами найменшу похибку (0,958) дає многочлен п'ятого ступеню.

Таблиця 3 – Апроксимація за 12 вузлами

Ступінь многочлену апроксимації	Відновлене значення РМ _{2,5} (липень 2022 р.)	Похибка
1	10,7621	5,2408
2	10,79	5,2687
3	9,3725	3,8512
4	6,7129	1,1916
5	6,4793	0,9580
6	6,5936	1,0723

Збільшення кількості вузлів призвело до зменшення похибки відновлення даних за місяць. Розглянемо дані викидів РМ_{2,5} за 2020-2022 роки, за виключенням липня 2022 року. Необхідно відновити дані за липень 2022 року. Оберемо для апроксимації 18 вузлів (лютий, квітень, червень, серпень, жовтень, грудень 2020р., лютий, квітень, червень, серпень, жовтень, грудень 2021р., лютий, квітень, червень, серпень, жовтень, грудень 2022р.). Побудуємо многочлени апроксимації шести ступенів (табл. 4). Для апроксимації за 18 вузлами найменшу похибку (2,0998) дає многочлен шостого ступеню.

Таблиця 4 – Апроксимація за 18 вузлами

Ступінь многочлену апроксимації	Відновлене значення РМ _{2,5} (липень 2022 р.)	Похибка
1	11,8791	6,3578
2	11,1799	5,6586
3	11,0211	5,4998
4	8,219	2,6977
5	7,9555	2,4342
6	7,6211	2,0998

Висновок. Розглянуто задачу відновлення даних у випадку відсутності значень за певний період. Досліджено точність відновлення даних для значень $PM_{2.5}$ для різної кількості вузлів та різних ступенів апроксимації. Для відновлення даних за один місяць (липень 2022 року) були побудовані апроксимаційні многочлени ступенів 1-6 для 6 вузлів (за значеннями викидів за 2022 р.), 12 вузлів (за значеннями викидів за 2021-2023 рр.) та 18 вузлів (за значеннями викидів за 2020-2023 рр.). Апроксимація за 18 вузлами дає найбільшу похибку (для всіх ступенів многочленів) порівняно з апроксимацією за 6 та 12 вузлами. Найменша похибка (0,958) відновлення даних за місяць липень отримана при апроксимації многочленом 5 ступеня за 12 вузлами.

Список використаних джерел

1. Барановський М, Барановська О, Гребень А. Забруднення довкілля і захворюваність населення: математико-статистичні підходи до оцінки залежності та регіональних відмінностей. [Науковий вісник ХДУ](#), №7; 2017: 9 – 15.
2. Гринчишин Н. Якість атмосферного повітря за вістом твердих мікрочастинок ($PM_{2,5}$) у містах України в умовах карантину та воєнного стану. [Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності](#), т. 27; 2023: 6 – 15.
3. Калабіна К, Подковаліхіна О. Аналіз стану забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя. *Інформаційні технології: теорія і практика*; 2023: 46 – 50.
4. Калабіна К, Подковаліхіна О. Дослідження методу відновлення даних. *Сучасні інформаційні технології: теорія, практика, перспективи*; 2023: 72 – 73.