

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра екології та охорони довкілля

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

АНАЛІЗ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ПОВІТРЯНИЙ БАСЕЙН ОДЕСЬКОЇ ПРОМИСЛОВО-МІСЬКОЇ АГЛОМЕРАЦІЇ ANALYSIS OF THE TECHNOGENIC IMPACT ON THE AIR BASIN OF THE ODESA INDUSTRIAL AND URBAN AGGLOMERATION

Виконав: студент 2 курсу денної форми навчання
спеціальності 101 «Екологія»

Освітньо-професійна програма Екологія та охорона
навколишнього середовища

Донцов Максим Юрійович

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник д.т.н., проф. Чугай А.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент д. е.н., проф. Сербов М.Г.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
екології та охорони довкілля
№ 5 від 04. 12. 2025 р.

Завідувачка кафедри

Ангеліна ЧУГАЙ
(підпис) (прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № 1
протокол № від . . 2025 р.

Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК

(підпис) Олена НІКІПЕЛОВА
(прізвище, ім'я)

Одеса 2025

АНОТАЦІЯ

Донцов М.Ю. Аналіз техногенного впливу на повітряний басейн Одеської промислово-міської агломерації.

Актуальність теми. Одеська промислово-міська агломерація сформована навколо м. Одеса і включає частину прилеглих населених пунктів, які тісно пов'язані з обласним центром. Вказана територія – найбільший портово-промисловий комплекс в Україні, розташований на північно-західному узбережжі Чорного моря. Важливою проблемою для Одеської промислово-міської агломерації є питання забезпечення належної якості атмосферного повітря, оскільки дана територія також виконує рекреаційні функції.

Метою кваліфікаційної роботи магістра є оцінка техногенного впливу на повітряний басейн Одеської промислово-міської агломерації, а також умов сталого розвитку регіону за станом повітряного басейну.

Задачами дослідження були визначені такі: 1) дати загальну характеристику території Одеської промислово-міської агломерації, джерел антропогенного впливу на повітряний басейн; 2) проаналізувати методичні підходи до оцінки техногенного навантаження на повітряний басейн; 3) виконати оцінку рівня техногенного впливу на повітряний басейн Одеської промислово-міської агломерації із застосуванням різних методик; 4) виконати оцінку умов сталого розвитку регіону за окремими параметрами.

Об'єктом дослідження є стан повітряного басейну Одеської промислово-міської агломерації, *предметом* дослідження – методичні підходи щодо оцінки техногенного впливу на повітряний басейн.

Новизна отриманих результатів полягає в тому, що вперше для території Одеської промислово-міської агломерації виконано оцінку техногенного впливу на повітряний басейн, в т.ч. з урахуванням окремих показників сталого розвитку.

Методами дослідження є теоретичний, статистична обробка, порівняльний аналіз, просторово-часовий аналіз.

За обсягами викидів пилу перше місце посідає м. Одеса. На другому місці знаходиться м. Чорноморськ. Для м. Біляївка показники мінімальні. За обсягами викидів діоксиду сірки також перше місце посідає м. Одеса. Викиди діоксиду азоту характеризуються порівняними показниками у містах Одеса і Південне. Мінімальні значення відзначались у містах Теплодар і Біляївка. Викиди оксиду вуглецю максимальні у м. Одеса. Друге місце посідають міста Чорноморськ і Південне, мінімальні значення відзначались для міст Теплодар і Біляївка.

Найбільші значення $K_{ЕШ}$ відзначаються для м. Одеса. Рівень екологічної безпеки промисловості у містах Чорноморськ і Південне значно краще порівняно з м. Одеса. Найкращі умови екологічної безпеки відзначаються у містах Теплодар і Біляївка. Загальне покращення стану екологічної безпеки

промисловості у містах Одеської агломерації, в першу чергу у м. Одеса, може частково бути пов'язано із впровадженням природоохоронних заходів за останні 10 – 15 років, а також наслідком спаду виробництва в країні за останні 10 років. У містах Одеса, Чорноморськ і Південне рівень екологічної безпеки промисловості у 2017 – 2021 рр. збільшився в середньому в 2 рази. У м. Теплодар відзначалось погіршення стану у цей же період.

За значенням показника *Патм* міста Одеса, Чорноморськ і Південне характеризуються приблизно порівняними значеннями. Значення *Патм* для міст Теплодар і Біляївка на 2 порядки нижче. За період дослідження для м. Одеса значення *Патм* фактично не змінилось. Для міст Чорноморськ і Південне відзначається зменшення показника в середньому в 2 рази. Не змінився рівень техногенного впливу на атмосферне повітря і у м. Теплодар.

Тенденція зміни показника $M_{ПБ}$ повністю відповідає тенденції зміни показника *Патм* для окремих міст Одеської промислово-міської агломерації. Порівняння обсягів викидів забруднюючих речовин і значень $M_{ПБ}$ показало, що серед найбільш техногенно напружених міст агломерації (Одеса, Чорноморськ, Південне) відзначається зворотна залежність.

За даними нормованих значень трьох параметрів і запропонованої бальної оцінки отримано, що групу з максимальними бальними оцінками формують міста Одеса, Чорноморськ і Південне, групу з мінімальними – Теплодар і Біляївка. Сумарний техногенний вплив з урахуванням екологічної шкоди переважно формується за рахунок трьох міст – Одеса, Чорноморськ і Південне. Ці три міста також є основними при оцінці з урахуванням еколого-економічної складової території. За значенням $M_{ПБ}$ переважний сумарний вплив формується за рахунок чотирьох міст Одеської промислово-міської агломерації.

Оцінка за окремими параметрами сталого розвитку показала, що за показниками викидів діоксиду сірки найгірші умови у 2012 – 2016 рр. відзначались у м. Одеса, а у 2017 – 2021 рр. ситуація значно погіршилась для міст Чорноморськ і Південне. За показниками викидів діоксиду азоту максимальні показники відзначались у містах Одеса і Південне (2012 – 2016 рр.) і Теплодар (2017 – 2021 рр.).

Робота складається зі вступу, 3 основних розділів, висновку, переліку посилань і додатку. Обсяг роботи складає 58 с., в т.ч. 21 рис., 4 табл. і 23 літературних джерела.

Ключові слова: промислово-міська агломерація, повітряний басейн, методика, техногенний вплив, сталий розвиток.

SUMMARY

Dontsov M. Analysis of the technogenic impact on the air basin of the Odesa industrial and urban agglomeration.

Actuality of the topic. The Odesa industrial and urban agglomeration is formed around the city of Odesa and includes part of the surrounding settlements that are closely connected with the regional center. This territory is the largest port and industrial complex in Ukraine, located on the North Western coast of the Black Sea. An important issue for the Odesa industrial and urban agglomeration is ensuring adequate air quality, as this territory also serves recreational purposes.

The *purpose* of the master's thesis is to assess the technogenic impact on the air basin of the Odesa industrial and urban agglomeration, as well as the conditions for sustainable development of the region of the air basin state.

The *tasks* of the study were determined: 1) to provide a general description of the territory of the Odesa industrial and urban agglomeration, sources of anthropogenic impact on the air basin; 2) to analyze methodological approaches to assessing the technogenic load on the air basin; 3) to assess the level of technogenic impact on the air basin of the Odesa industrial and urban agglomeration using various methods; 4) to assess the conditions for sustainable development of the region according to some parameters.

The *object of the study* is the state of the air basin of the Odesa industrial and urban agglomeration, and the *subject of the study* is methodological approaches to assessing the anthropogenic impact on the air basin.

The *innovation* of the results is that the assessment of anthropogenic impact on the air basin, including taking into account certain indicators of sustainable development, has been carried out for the first time for the territory of the Odesa industrial and urban agglomeration.

The *research methods* are theoretical, statistical processing, comparative analysis, and spatial-temporal analysis.

Odesa ranks first in the volume of dust emissions. Chornomorsk ranks second. Bilyayivka has the lowest emissions. Odesa also ranks first in the volume of sulfur dioxide emissions. Nitrogen dioxide emissions are comparable in Odesa and Pivdenne. The lowest values were observed in the cities of Teplodar and Bilyayivka. Carbon monoxide emissions are highest in Odesa. Chornomorsk and Pivdenne rank second, while the lowest values were observed in Teplodar and Bilyayivka.

The highest C_{ED} values are observed in Odesa. The level of environmental safety of industry in the cities of Chornomorsk and Pivdenne is significantly better than in Odesa. The best environmental safety conditions are observed in the cities of Teplodar and Bilyayivka. The overall improvement in the environmental safety of industry in the cities of the Odesa agglomeration, primarily in Odesa, may be partly due to the implementation of environmental protection measures over the last 10–15 years, as well as the result of a decline in production in the country over the last 10 years. In the cities of Odesa, Chornomorsk, and Pivdenne, the level of

environmental safety in industry increased by an average of 2 times in 2017–2021. In Teplodar, the situation deteriorated during the same period.

The terms of the $Patm$ indicator, the cities of Odesa, Chornomorsk, and Pivdenne are characterized by approximately comparable values. The $Patm$ values for the cities of Teplodar and Bilyayivka are two orders of magnitude lower. During the study period, the $Patm$ value for Odesa remained virtually unchanged. For the cities of Chornomorsk and Pivdenne, the indicator decreased by an average of 2 times. The level of technogenic impact on atmospheric air in Teplodar also remained unchanged.

The trend in the change in the M_{AB} indicator fully corresponds to the trend in the change in the $Patm$ indicator for individual cities in the Odesa industrial-urban agglomeration. A comparison of pollutant emissions and M_{AB} values showed that among the most technologically stressed cities in the agglomeration (Odesa, Chornomorsk, Pivdenne), there is an inverse relationship.

Based on the normalized values of the three parameters and the proposed scale of assessment, it was found that the group with the highest scale assessments consists of the cities of Odesa, Chornomorsk, and Pivdenne, while the group with the lowest assessments consists of Teplodar and Bilyayivka. The total technogenic impact, taking into account environmental damage, is mainly formed by three cities: Odesa, Chornomorsk, and Pivdenne. These three cities are also the main ones in the assessment, taking into account the ecological and economic components of the territory. According to the M_{AB} value, the predominant total impact is formed by four cities of the Odesa industrial and urban agglomeration.

Assessment of individual sustainable development parameters showed that, in terms of sulfur dioxide emissions, the worst conditions in 2012–2016 were observed in Odesa, while in 2017–2021 the situation significantly worsened for the cities of Chornomorsk and Pivdenne. In terms of nitrogen dioxide emissions, the highest levels were recorded in the cities of Odesa and Pivdenne (2012–2016) and Teplodar (2017–2021).

The work includes an introduction, three main sections, a conclusion, a list of references, and an annex. The work is 58 pages long, including 21 figures, 4 tables, and 23 references.

Key words: industrial-urban agglomeration, air basin, methodology, technogenic impact, sustainable development.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП	8
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ	10
1.1 Одеська промислово-міська агломерація як територіальна одиниця	10
1.2 Джерела антропогенного впливу на атмосферне повітря	13
2 МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОВІТРЯНИЙ БАСЕЙН	22
3 ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОВІТРЯНИЙ БАСЕЙН	28
3.1 Результати застосування різних методичних підходів	28
3.2 Оцінка із застосуванням індикаторів сталого розвитку	48
ВИСНОВКИ	51
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	55
ДОДАТОК	58

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АЕС – атомна електростанція

ЗР – забруднююча речовина

МВСР – метрика для вимірювання процесів сталого розвитку

МТП – морський торговельний порт

ОАТЕЦ – Одеська атомна теплоелектроцентраль

ОПЗ – Одеський припортовий завод

ПЗФ – природно-заповідний фонд

ПМА – промислово-міська агломерація

СР – сталий розвиток

ТПВ – тверді побутові відходи

ВСТУП

Одеська промислово-міська агломерація сформована навколо м. Одеса і включає частину прилеглих населених пунктів, які тісно пов'язані з обласним центром. Слід також зазначити, що вказана територія – найбільший портово-промисловий комплекс в Україні, що розташований на північно-західному узбережжі Чорного моря. Через Одеський, Іллічівський і Південний порти здійснюються транспортно-економічні зв'язки з промисловими центрами України та зарубіжними країнами.

Важливою проблемою для Одеської промислово-міської агломерації є питання забезпечення належної якості атмосферного повітря, оскільки дана територія також виконує рекреаційні функції. За останні більше ніж 10 років через анексію росією території Криму м. Одеса і Одеська область в цілому виконують функції одного з головних морських курортів на території України.

Метою кваліфікаційної роботи магістра є оцінка техногенного впливу на повітряний басейн Одеської промислово-міської агломерації, а також умов сталого розвитку регіону за станом повітряного басейну.

В якості вихідних даних в роботі використані дані Регіональних доповідей про стан навколишнього середовища в Одеській області, офіційно матеріали Головного управління статистики в Одеській області про викиди окремих забруднюючих речовин у 2012 – 2021 рр. Для загальної характеристики регіону і джерел антропогенного впливу на повітряний басейн були використані матеріали літературних джерел.

При виконанні роботи були поставлені такі завдання:

- дати загальну характеристику території Одеської промислово-міської агломерації, джерел антропогенного впливу на повітряний басейн;
- проаналізувати методичні підходи до оцінки техногенного навантаження на повітряний басейн;

- виконати оцінку рівня техногенного впливу на повітряний басейн Одеської промислово-міської агломерації із застосуванням різних методик;
- виконати оцінку умов сталого розвитку регіону за окремими параметрами.

Об'єктом дослідження є стан повітряного басейну Одеської промислово-міської агломерації, предметом дослідження – методичні підходи щодо оцінки техногенного впливу на повітряний басейн.

Новизна отриманих результатів полягає в тому, що вперше для території Одеської промислово-міської агломерації виконано оцінку техногенного впливу на повітряний басейн, в т.ч. з урахуванням окремих показників сталого розвитку.

Тематика роботи відповідає основним напрямкам наукової діяльності кафедри екології та охорони довкілля.

Робота апробована на декількох конференціях різного рівня, в т.ч.:

- Міжнародна наукова-практична конференція «Трансформаційні підходи до сталого розвитку: екологічна освіта, наука та природоохоронні практики для відбудови України» (Татарів, ДУ «Житомирська політехніка», 2025 р.);
- XVI Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екології та енергозбереження» (Миколаїв, НУК імені адм. Макарова, 2025 р.).

За темою роботи опубліковано 2 тез доповідей.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Одеська промислово-міська агломерація як територіальна одиниця

Одеська промислово-міська агломерація (ПМА) – це велика урбанізована територія, яка сформована навколо м. Одеса і включає прилеглі населені пункти, тісно пов’язані з ним економічно, соціально й транспортно. Центром є м. Одеса. До складу Одеської ПМА входять міста Чорноморськ, Південне, Біляївка і Теплодар (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Карта Одеської ПМА [1]

Головними причинами формування Одеської ПМА можна вважати такі:

- велика економічна роль м. Одеса, а саме наявність морського порту, розвинутої промислової галузі, туристична привабливість, транспортні шляхи (залізничні, автомобільні, морські, міські й міжміські маршрути), висока щільність населення;
- активний розвиток приміської зони – житлова забудова, наявність рекреаційних зон, окремих галузей промисловості.

В цілому розвиток агломерацій є одним з пріоритетних напрямів регіональної політики в Україні. Так, у [1] зазначено, що згідно «Державної стратегії регіонального розвитку (зі змінами від 13.08.2024) в рамках Стратегічної цілі «Формування згуртованої держави в соціальному, гуманітарному, економічному, кліматичному, екологічному, безпековому та просторовому вимірах», Оперативної цілі 1 «Забезпечення інтегрованого розвитку територій з урахуванням інтересів майбутніх поколінь» за напрямом «Стимулювання розвитку територій» визначено завдання «Створення законодавчої основи функціонування та розвитку агломерацій, забезпечення збалансованого просторового розвитку територій, що входять до їх складу». Також зазначено, що «агломерації – територіальні скупчення населених пунктів (насамперед міст), що формують цілісні суспільно-територіальні утворення з чисельністю населення понад 500 тис. осіб. Агломерації є територіями концентрації населення, капіталу та бізнесу і мають інтенсивні господарські, трудові, культурно-побутові зв'язки з навколишніми територіями, характеризуються високим рівнем розвитку інфраструктури, економіки, надання послуг населенню» [1].

Населення Одеської ПМА станом на 01.01.2022 р. становило 1,378 млн. осіб. Загальна площа агломерації складає 3922,8 км², щільність населення – 352,44 осіб/км² [1].

Зазначимо, що «особливістю конфігурації Одеської агломерації є її витягнутість вздовж моря (більше 100 км узбережжя). При цьому її межі на заході визначаються Дністровським лиманом, на сході – Миколаївською

областю. На півночі агломерація обмежена громадами, які адміністративно належать до Роздільнянського і Березівського районів і тому менше пов'язані з Одесою» [1].

Вважається, що Одеська ПМА – «це найбільший портово-промисловий комплекс в Україні, що розташований на північно-західному узбережжі Чорного моря між Дністровським і Тилігульським лиманами». При цьому «важливі функції в Одеській промисловій агломерації виконують порти Іллічівський і Південний. Через них здійснюються транспортно-економічні зв'язки з промисловими центрами України та із зарубіжними країнами» [2].

У квітні 2025 р. обговорювалось питання нового етапу розвитку Одеської ПМА. Так, у [3] зазначено, що «до складу агломерації можуть увійти 22 територіальні громади Одеського району, які включають 155 населених пунктів, що дозволить ефективно об'єднати ресурси та спільно вирішувати нагальні питання» (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Перспективна карта Одеської агломерації [1]

Поряд з перевагами створення і функціонування Одеської ПМА є і певні проблеми, а саме:

- перевантаженість транспортної інфраструктури;
- вплив на навколишнє середовище, який здійснюється на урбанізованій території;
- нерівномірний розвиток приміських територій;
- екологічні проблеми, значна частина з яких пов'язана з діяльністю промислового сектору і портової інфраструктури.

Питання сталого розвитку урбанізованих екосистем на прикладі Одеської ПМА розглянуто у роботі [4]. Авторами було зазначено, що для покращення стану повітряного басейну необхідно застосувати ряд заходів, серед яких основними можна визначити такі:

- модернізація системи моніторингу атмосферного повітря;
- розміщення за межами території ПМА підприємств, які не можна перепрофілювати;
- оптимізація транспортних потоків;
- підвищення вимог щодо технічного стану транспортних засобів.

1.2 Джерела антропогенного впливу на атмосферне повітря

У п.1.1 було зазначено, що центром Одеської ПМА є м. Одеса. Місто є одним з головних економічних центрів України. В регіоні розвинуті нафтопереробна, металообробна, машинобудівна, суднобудівна, хімічна, легка та харчова галузі промисловості. Переважною галуззю є переробна промисловість (майже 60 % обсягу продукції) [5].

У місті «комплекс машинобудівних підприємств спеціалізується на верстатобудуванні, сільськогосподарському, технологічному машинобудуванні, сталепрокатному і канатно-дротяному виробництвах, ремонті суден тощо. До нього належать підприємства: Одеський завод продовольчого машинобудування (завод «Продмаш»), Одеське виробниче

об'єднання «Холодмаш», Виробниче об'єднання «Одесаґрунтмаш», Одеський завод кисневого машинобудування («Кисеньмаш») та ін.» [5].

Основними галузями харчової промисловості у м. Одеса є борошномельна, цукрова, м'ясна, молочна, рибна, консервна, олійно-жирова, спиртово-горілчана, виноробна, кондитерська та ін. [5].

Також значного розвитку в місті набули хімічна та нафтохімічна галузі, до яких можна віднести: Одеський нафтопереробний завод (пошкоджений ракетним ударом 03.04.2022 р.), Одеський припортовий завод, ВАТ «Виробничо-комерційна фірма “Олімп-круг”», компанія «ІнтерХім» [5].

Важливою складовою функціонування Одеської ПМА є розвинена транспортна інфраструктура. У м. Одеса функціонують повітряний, морський, залізничний та автомобільний транспорт.

Можливості роботи повітряного транспорту представляє «міжнародний аеропорт «Одеса» – третій за обсягом пасажирських перевезень в Україні, член Міжнародної асоціації повітряного транспорту, Міжнародної організації цивільної авіації, Міжнародної ради аеропортів та Асоціації аеропортів України (на жаль пошкоджена злітно-посадочна смуга під час чергової атаки РФ). До початку військових дій повітряними лініями Міжнародний аеропорт був пов'язаний з понад 60 містами Європи та Азії, курортами Середземномор'я та Близького Сходу» [5].

Морський транспорт – це «Одеський морський торговельний порт, який є одним із найбільших портів у басейні Чорного моря, пов'язаний з понад 600 портами зі 100 країн світу. Розвинена транспортна інфраструктура дозволяє доправляти вантажі в порт автомобільним, залізничним, морським і річковим транспортом, а технічні можливості – перевантажувати понад 50 млн. т вантажів щорічно (25 млн. т сухих і 25 млн. т наливних) в експортному, імпортовому та транзитному сполученні. Пасажирський комплекс здатний обслуговувати до 4 млн. туристів на рік. На території порту функціонують 17 виробничо-перевантажувальних комплексів (терміналів): 7 універсальних, 4

зернових, 2 контейнерних, 2 олійних, 1 нафтогазовий, 1 рефрижераторний» [5].

Головна транспортна мережа на півдні України – це Одеська залізниця. Вона «щомісяця обслуговує близько 700 тис. пасажирів і відправляє понад 2 млн. т вантажів. Розгалужена залізнична мережа з'єднує Одесу з містами України та країнами Європи. Вона забезпечує потреби в перевезеннях Одеської, Миколаївської, Херсонської, Кіровоградської, Черкаської та частково Вінницької областей» [5].

Згідно з [5] «на території Одеської області станом на 01.01.2015 р. було 8318 км автодоріг, з яких 3561,2 км – державного, 4756,8 км – місцевого значення. Одеса розташована на лінії автомобільних шляхів, що входять до міжнародних транспортних коридорів:

- транспортний коридор № 5: Балтійське море – Чорне море – Європа – Азія – Гданськ (Польща) – Варшава (Польща) – Ковель – Одеса;
- Євразійський транспортний коридор: Одеса – Тбілісі (Грузія) – Єреван (Арменія) – Баку (Азербайджан) – Ашгабат (Туркменія);
- Чорноморське економічне співробітництво: Анкара – Єреван – Тбілісі (Баку) – Ростов-на-Дону – Одеса (Кишинів) – Бухарест (Тірана) – Димитрівград (Афіни) – Стамбул;
- Одеса – ключовий пункт в міжнародному проекті дорожнього будівництва «Go Highway» [5].

Згідно [6], «Чорноморськ – місто, що об'єднує достатньо розвинені промисловий, морегосподарський, транспортний і курортно-рекреаційний комплекси».

Так, «найбільша питома вага в структурі виробництва промислової продукції міста належить підприємствам харчової промисловості (61,1 %), що випускають рибну продукцію, борошно, крупи, хлібобулочні вироби та олійну продукцію. Частка підприємств машинобудування складає 4,6 %. Вони виробляють електричну апаратуру, контейнери тощо. Основними промисловими підприємствами міста є: приватне акціонерне товариство

«ІСРЗ», яке займається ремонтом суден та виготовлення контейнерів; товариство з обмеженою відповідальністю «Аквафрост», що спеціалізується на виробництві рибної продукції; приватне акціонерне товариство «АДМ Іллічівськ» і товариство з обмеженою відповідальністю «Українська Чорноморська Індустрія», що виробляють рослинну олію; товариство з обмеженою відповідальністю «Укркава»; товариство з обмеженою відповідальністю «Юг-Поліграф»; товариство з обмеженою відповідальністю «Хай Рейз Констракшинз Холдинг», що займається виробництвом товарного бетону; товариство з обмеженою відповідальністю Фірма «Лиман», яке виловлює та переробляє рибу; дочірнє підприємство «Тумен-електро», що виробляє кабельну продукцію» [6].

Слід відзначити, що «Чорноморськ займає вигідне географічне положення не тільки в Україні, але і на Євразійському континенті в цілому, є одним із головних транспортних вузлів України. У місті розвинуті наступні види транспорту: морський, залізничний, автомобільний. Транспортний комплекс був і залишається важливою складовою в структурі економіки міста. Основними транспортними підприємствами міста є: Державне підприємство «Морський торговельний порт «Чорноморськ» та Іллічівська філія державного підприємства «Адміністрація морських портів України». В місті також працюють ТОВ «Чорноморський рибний порт» і ТОВ «Іллічівський зерновий термінал»» [6].

Чорноморськ як і м. Одеса є відомим рекреаційно-туристичним центром країни, «для якого характерні комфортні природно-кліматичні умови, природно-рекреаційний потенціал (море, лиман, пляжі)». Тому є всі передумови для розвитку курортного господарства і туризму у місті, які орієнтовані на обслуговування як вітчизняних, так і іноземних відвідувачів [6].

Функціонування промислового комплексу у м. Чорноморськ є причиною погіршення екологічної ситуації, забруднення природних складових довкілля, в т.ч. атмосферного повітря. Для порівняння на рис. 1.3 наведено середні показники викидів забруднюючих речовин (ЗР) в

атмосферне повітря від одного підприємства (станом на 2017 р.). Як видно з рисунку, показники викидів для м. Чорноморськ близькі до значень викидів ЗР по області в цілому. Якщо аналізувати міста Одеської ПМА, то перше місце посідало м. Південне (колишнє м. Южне). Проте враховуючи, що у 2021 р. Одеський припортовий завод, який розташований поблизу Південного, припинив свою діяльність, показники викидів на даний час можуть бути значно меншими. У м. Теплодар показники викидів ЗР є мінімальними порівняно з іншими містами області.



Рисунок 1.3 – Середні показники викидів ЗР в атмосферне повітря від одного підприємства (станом на 2017 р.) [6]

Історія створення м. Південне розпочинається з 1973 р., коли «розпочалося будівництво Одеського припортового заводу і морського порту «Південний» в акваторії Малевого Аджалицького лиману з перспективою створення промислово-транспортного вузла. У травні 1975 р. було ухвалене рішення про будівництво населеного пункту для проживання працівників порту та заводу» [7].

У структурі промисловості країни «Південне є важливим промисловим та транспортним центром Одеської області. Основними економічними

підприємствами є морський торговельний порт «Південний», Одеський припортовий завод (ОПЗ), приватний порт «Трансінвестсервіс», а також підприємства з іноземними інвестиціями, які займаються переробкою тропічних олій. У місті розпочато будівництво терміналу для регазифікації зрідженого газу». Це місто «з добре розвиненою економікою, низьким рівнем безробіття та активною соціальною інфраструктурою. Завдяки своєму стратегічному розташуванню та промисловим підприємствам, місто є важливим транспортним та економічним вузлом Одеської області» [8].

Відомо, що ОПЗ є одним з «найбільших виробників мінеральних добрив в Україні. Завод також приймає та перевантажує у морські судна на експорт продукцію інших підприємств України та зарубіжних країн: аміак, карбамід, метанол та рідкі комплексні азотні добрива. Хімічна продукція від інших підприємств на перевантажувальні комплекси заводу надходить залізницею та аміакопроводом. Загальна площа території заводу складає близько 250 га. Припортовий завод є членом Міжнародної асоціації виробників добрив (IFA), активно співпрацює з її членами. Основна частина виробництва (близько 85 %) експортувалось у понад 30 країн світу». У 2019 р. підприємство посіло 2-ге місце у рейтингу ТОП-10 виробників мінеральних добрив в Україні. На той час обсяг виробництва складав до 950 тис. т [9].

Лідером за об'ємами перевалки вантажів в Україні є морський торговельний порт (МТП) «Південний». Дане «підприємство розташоване на північно-західному узбережжі Чорного моря, в акваторії незамерзаючого Малого Аджалицького лиману та є найглибшим портом України». До складу МТП «Південний» входять комплекс очисних споруд для очищення зливових і виробничих стоків. Типами вантажів є «коксівне і енергетичне вугілля, залізорудна сировина (вид металургійної сировини, що використовується в чорній металургії здебільшого для виробництва чавуну), чавун, залізорудний концентрат (продукт збагачення руди, що використовується як напівфабрикат для виробництва доменних окатишів і окатишів під металізацію), залізорудні окатиші (маленькі кульки залізної руди, що використовуються при

виробництві сталі)». Також у МТП «Південний» перевантажують нікелеву руду [10].

Місто Теплодар розташовано на відстані 40 км від обласного центру. Місто засновано у травні 1981 р. як селище будівельників Одеської атомної теплоелектроцентралі (ОАТЕЦ). «У червні 1997 р. селищу міського типу Теплодар був привласнений статус міста обласного підпорядкування і він був виведений з адміністративного управління міста Одеси» [11].

Згідно з офіційними даними [11] «провідною галуззю в економіці міста залишається промисловість. Стан розвитку промисловості міста характеризується незмінною структурою. Станом на 01.01.2020 р. галузь промисловості міста представлена такими підприємствами:

- ПП «ОМЕГА-БРОКЕРС» – хімічна промисловість та виробництво паперових виробів санітарно-гігієнічного призначення;
- ПП «ТРИАДА-1» – виробництво одноразового посуду та паперових виробів санітарно-гігієнічного призначення;
- МКП «ТЕПЛОДАРВОДОКАНАЛ» – водопостачання та очищення стоків;
- МКП «ОДЕСЬКА ТЕЦ-2» – виробництво та постачання теплової енергії;
- ТОВ «МГК ТЕПЛОДАР» – оброблення металів та нанесення покриття на метали;
- ТОВ «ЗАЛІЗНИЧТЕХНІКА» – виробництво та ремонт залізничних локомотивів та рухомого складу».

Також «територіально, на території міста розташовані два об'єкти альтернативної енергетики (сонячні батареї ТОВ «Теплодар ПІВІ» та ТОВ «Азімут-Юг»), проте юридична адреса даних підприємств у м. Київ» [11].

Зазначимо, що Одеська АТЕЦ «мала стати найпотужнішою на теренах не лише України, а й усього Радянського Союзу. Планувалося побудувати шість енергоблоків потужністю 3000 МВт кожен. Уже існували проекти двох перших блоків, розробка інших планувалася на перспективу, було побудовано фундаменти та нижні яруси перших блоків майбутньої ОАТЕЦ. Але через

аварію на Чорнобильській АЕС будівництво станції у Теплодарі припили у 1986 р.» У 2022 р. «ураховуючи перспективи розвитку регіону, який є унікальним з точки зору розташування морських портів та потреб у розвитку різних напрямів сільського господарства, керівництво НУ «Одеська політехніка» вийшло з ініціативою розглянути промисловий майданчик у м. Теплодар як місце для будівництва одного із п'яти запланованих блоків АЕС. Відповідна пропозиція була спрямована до Одеської обласної державної адміністрації та до Національної атомної енергетичної компанії «Енергоатом». Було обговорено основні питання, пов'язані з перспективою розташування в Теплодарі атомної електростанції, оглянуто промайданчик із залишками будівництва ОАТЕЦ. Керівництво міста має зацікавленість у побудові Одеської АЕС поряд із Теплодаром» [12].

Місто Біляївка є центром Біляївської міської територіальної громади – «сучасна спільнота з потужним туристичним потенціалом, розвиненою інфраструктурою та високим рівнем освітніх і соціальних послуг. Це комфортне місце для проживання і ведення бізнесу, відкрите для інвесторів. До її складу входить 7 населених пунктів. Громада приваблює своєю близькістю до Одеси й Чорного моря, водночас занурюючи у недоторкану природу дельти Дністра. Відвідувачі можуть насолоджуватися пташиним туризмом, спостерігаючи за тисячами птахів, що мігрують між континентами. Економіка Біляївської громади охоплює сільське господарство, промисловість, інфраструктурні послуги та туризм. Сучасні агротехнології та стратегічне розташування, зокрема наявність водних ресурсів, сприяють розвитку громади та забезпеченню зайнятості населення. На території громади розташоване унікальне підприємство ТОВ «Інфоксводоканал» ВОС «Дністер», яке забезпечує водопостачання значної частини Одеської області» [13].

У сільськогосподарському виробництві «домінує рослинництво, особливо вирощування зернових, олійних, овочевих та кормових культур. Попри виклики воєнного часу, всі 100 % агроформувань продовжують свою

діяльність, що свідчить про стійкість місцевого аграрного сектору. Громада має великий потенціал у розвитку туризму. У 2023 р. були відновлені та модернізовані туристичні маршрути, забезпечено їхнє обслуговування для відвідувачів. У громаді було релоковано підприємство ТОВ «Вітмарк Агро», що не тільки сприяло створенню нових робочих місць, а й збільшило надходження до місцевого бюджету. Також громада активно підтримує будівництво вітрових електростанцій. У 2023 р. в рамках інвестиційного проєкту «Створення ягідного кластеру» розпочато будівництво тепличного комплексу для вирощування ягід. У подальших планах – будівництво комплексу для заморожування продукції, організація логістики та залучення місцевих фермерів до цього проєкту» [13].

На території громади також розташовані підприємства харчової галузі, а саме Біляївський м'ясокомбінат фірми «Гармаш», філія ПрАТ «Одеський консервний завод» [14].

2 МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОВІТРЯНИЙ БАСЕЙН

Для оцінки рівня техногенного навантаження на повітряний басейн використовуються різні методичні підходи. У залежності від цілей оцінки всі методи і показники, які використовуються для оцінки, поділяються на дві основні групи:

- 1) «показники, які використовуються для оцінки окремого виду навантаження або навантаження на певне природне середовище;
- 2) комплексні показники оцінки» [15].

Комплексні показники зазвичай включають показники оцінки на складові довкілля (повітряний басейн, водне середовище, ґрунтово-геологічний покрив) або оцінку екологічного стану і економічної шкоди. Також можуть застосовуватися і інші підходи, наприклад:

- оцінка гранично допустимого техногенного навантаження як «величини максимального порушення природного середовища території в результаті вилучення природних ресурсів і забруднення середовища, що не виходить за межі екологічної техноємності території» [15];
- застосування енергетичних критеріїв для оцінки (споживання палива і енергії в регіоні, радіаційний баланс та ін.);
- оцінка техногенного навантаження з урахуванням соціально-економічної освоєності території і показників забруднення;
- визначення рівня навантаження за наявністю об'єктів критичної інфраструктури та ін. [15].

Серед групи комплексних показників можна виділити комплексний показник для оцінки екологічної безпеки підприємств. Він базується на таких інтегральних показниках:

- «інтегральний коефіцієнт екологічної шкоди;

- інтегральний коефіцієнт впливу економічних факторів;
- інтегральний коефіцієнт впливу еколого-економічних факторів» [16].

Так, «інтегральний коефіцієнт екологічної шкоди $K_{EШ}$ – це показник, який відображає умовну середню екологічну шкоду довкіллю від господарської діяльності підприємства і розраховується за формулою»:

$$K_{EШ} = \sqrt[n]{\frac{B_1}{ГДК_1} \cdot \frac{B_2}{ГДК_2} \cdot \dots \cdot \frac{B_n}{ГДК_n}}, \quad (2.1)$$

де $B_1, B_2, \dots, B_n$ – фактичні обсяги викидів i -ої ЗР в атмосферне повітря та/або скидів у водні об'єкти, та/або розміщення відходів, та/або утворення радіоактивних відходів» [16].

Автори методики зазначають, що «чим нижче значення даного показника, тим вище рівень екологічної безпеки підприємства» [16].

Також розроблено методику розрахунку інтегрального бального показника екологічного стану [17]. Цей показник включає інтегральну оцінку стану атмосферного повітря, водних ресурсів і ґрунтів.

Так, «інтегральний показник стану атмосферного повітря визначається за формулою:

$$П_{атм} = 0,001 \cdot m \cdot I, \quad (2.2)$$

де $П_{атм}$ – визначається у тонах умовного навантаження (т.у.н.);

m – фактична маса викиду шкідливих речовин за рік усіма джерелами на території досліджуваного регіону, тис. т;

I – регіональний коефіцієнт, що враховує рівень впливу соціально-економічних і природно-кліматичних факторів, еколого-економічні наслідки техногенного навантаження по регіонах України» [17].

Коефіцієнт I визначається згідно рекомендацій, наведених у роботі [18] (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Коефіцієнт I , який враховує еколого-економічні наслідки техногенного навантаження [18]

Тип території	Значення коефіцієнта I
Сільське господарство	0,25
Селітебна територія	0,055
Лісове господарство	0,11

Ще одним методичним підходом, який можна застосовувати для оцінки техногенного навантаження на повітряний басейн, є розрахунок модуля техногенного навантаження на повітряний басейн ($M_{ПБ}$) за показниками обсягів викидів ЗР від стаціонарних і пересувних джерел. Модуль розраховується як відношення обсягу викидів ЗР за рік (тис. т) до площі території дослідження (км²). Може розраховуватися як окремо за показниками викидів від різних груп джерел, так і за сумарними показниками викидів ЗР [15].

Також для оцінки стану будь-якої природної складової можна здійснювати оцінку із застосуванням індикаторів, параметрів та індексів сталого розвитку (СР).

У загальному виді «індикатор СР (англ. index of sustainable development) – показник, який дозволяє судити про стан або зміни економічної, соціальної або екологічної змінної. Індекс СР – інтегрована оцінка, яка враховує сумісно усі три виміри СР, і, тим самим, відображає взаємозв'язок між трьома нероздільними сферами розвитку суспільства, економічною, екологічною та соціальною. Основною метою введення індексів є оцінка ситуації або події, тобто моніторинг, для прогнозу розвитку ситуації, що склалася, і розробки її вирішення» [19].

Враховуючі, що СР включає три основні складові (економічну, екологічну та соціальну), академіком НАН України Згуровським М.З. було розроблено метрику для вимірювання процесів сталого розвитку (МВСР) [20].

Згідно з метрикою, СР будь-якого регіону СР оцінюється відповідно з позицій економічного, екологічного і соціального-інституціонального характеру.

Для оцінки у МВСР використовуються окремі індекси та індикатори. Екологічна складова оцінюється із застосування індексу екологічного виміру (I_e). Він визначається з урахуванням «трьох категорій екологічної політики:

- 1) екологічні системи (I_{SYS});
- 2) екологічне навантаження (I_{STR});
- 3) регіональне екологічне керування (I_{REG}).

У свою чергу, ці категорії містять 13 індикаторів і 44 показники» [20].

Згідно з визначенням, наведеним у МВСР [20], «індикатор сталого розвитку – це показник, який відображає економічний, соціальний і/або екологічний розвиток у певному регіоні, і має такі властивості як простота інтерпретації, широкий діапазон, чутливість до змін, кількісна визначеність і дозволяє робити прогнози й вчасно визначати тенденції».

Загалом до категорії «Екологічні системи» входить 6 індикаторів, 1 з яких характеризує стан повітряного басейну. До індикаторів відносяться:

- 1) «повітря I_{AIR} (параметри – середні концентрації діоксиду азоту (I_{NO_2}), діоксиду сірки (I_{SO_2}) і пилу (I_{TCP}) в атмосферному повітрі міст);
- 2) біорізноманіття I_{BIO} (параметри – види фауни (I_{PFA}) і флори (I_{PFL}) під загрозою, об'єкти ПЗФ (I_{PZF});
- 3) земля I_{LAN} (параметри – техногенне навантаження на природне середовище (I_{ANT}), поширення екзогенних геологічних процесів (I_{EGP}), забруднені ділянки (I_{WLN}), порушені, відпрацьовані та рекультивовані землі (I_{EXH}));
- 4) якість води I_{WQL} (параметри – середньорічні концентрації завислих речовин (I_{SS}) і нітратів (I_{NIT}), середньорічна мінералізація (I_{MIN}), осереднені по регіону);
- 5) кількість води I_{WQN} (параметри – забір води з природних (I_{WAV}) і підземних (I_{GAV}) джерел у розрахунку на 1 особу);

б) радіаційна і екологічна небезпека I_{RAD} (параметри – радіаційна забрудненість території (I_{RTR}), потенційна радіаційна небезпека (I_{RHZ}), радіоактивно забруднені землі (I_{RLN}), екологічно небезпечні підприємства (I_{IHZ}), зберігання і використання небезпечних хімічних речовин (I_{HZW}))» [20].

Категорія «Екологічне навантаження» містить 4 індикатори, 1 з яких також характеризує навантаження на повітряний басейн:

- 1) «викиди в атмосферне повітря I_{EMS} (параметри – викиди оксидів азоту (I_{NOX}), діоксиду сірки (I_{SOT}) і летких органічних сполук (I_{VOC}), ЗР від автомобільного транспорту (I_{CAR}), стаціонарних і пересувних джерел у розрахунку на 1 км² (I_{EKM}) і на 1 особу (I_{EPC}));
- 2) навантаження на екосистеми I_{ECO} (параметри – зміна відношення площі зрубаних і загиблих лісових насаджень до площі створених лісових насаджень за останні 3 роки (I_{FRS}), рілля (I_{EF1}), сіножаті та пасовища (I_{EF2}), ліси та інші лісовкриті площі (I_{EF3}), забудовані землі (I_{EF4}), використання свіжої води у розрахунку на 1 особу (I_{EF5}));
- 3) утворення і використання відходів I_{WST} (параметри – використання (I_{REC}) і накопичення (I_{ACC}) відходів, утворення відходів I – III класів небезпеки у розрахунку на 1 км² (I_{WKM}) і на 1 особу (I_{WPC}), площі під ТПВ (I_{WAR}));
- 4) водне навантаження I_{WAT} (параметри – скидання ЗР (I_{CNT}) і зворотних вод (I_{REW}) у поверхневі водні об'єкти» [20].

Категорія «Регіональне екологічне керування» містить 3 індикатори загального характеру, але за наявності інформації про викиди парникових газів 1 з них можна використовувати для оцінки стану повітряного басейну:

- 1) «участь в екологічних проектах I_{COL} (параметри – громадські екологічні організації на території області (I_{ORG}), обсяг фактичних коштів з державного і обласного фондів на природоохоронні заходи (I_{FND}));
- 2) викиди парникових газів I_{GHG} (параметри – викиди до ВРП (I_{GDP}) і на душу населення (I_{GPC}));
- 3) трансграничний екологічний тиск I_{GPC} (параметр – відходи I – III класу

небезпеки, передані іншим підприємствам, іншим країнам тощо (I_{EXP}))»
[20].

3 ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОВІТРЯНИЙ БАСЕЙН

3.1 Результати застосування різних методичних підходів

Для оцінки рівня техногенного навантаження на повітряний басейн було застосовано декілька методик.

Так, нами було визначено інтегральний коефіцієнт екологічної шкоди $K_{ЕШ}$ для кожного з міст Одеської ПМА. Згідно з методикою, наведеною у розділі 2, $K_{ЕШ}$ визначається для кожного підприємства окремо. Проте нами виконана спроба визначити коефіцієнт для міста в цілому.

В якості вихідних даних були використані дані Регіональних доповідей про стан навколишнього середовища в Одеській області [21], а також надані офіційно матеріали Головного управління статистики в Одеській області. Розрахунок проводився по показникам викидів чотирьох ЗР (пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю), інформація по яких присутня в офіційних статистичних даних за 2012 – 2021 рр. Починаючи з 2022 р. у період військових дій така інформація була відсутня.

Було проаналізовано динаміку викидів вказаних ЗР від стаціонарних джерел по окремих містах Одеської ПМА (рис. 3.1 – 3.4).

За обсягами викидів пилу (рис. 3.1) серед міст Одеської ПМА перше місце посідає центр агломерації – м. Одеса. На другому місці знаходиться м. Чорноморськ. Слід відзначити, що обсяги викидів пилу у Чорноморську у 2012 – 2016 рр. були значно нижче, ніж у подальші роки. У 2017 – 2021 рр. викиди пилу у Чорноморську відповідали показникам м. Одеса. У м. Південне максимальні показники викидів пилу відзначались у 2012 – 2015 рр. Була відсутня інформація щодо цієї ЗР по м. Теплодар. Що стосується м. Біляївка, то інформація наявна лише за 2017 – 2019 рр. Показники викидів були мінімальними серед усіх міст Одеської ПМА.

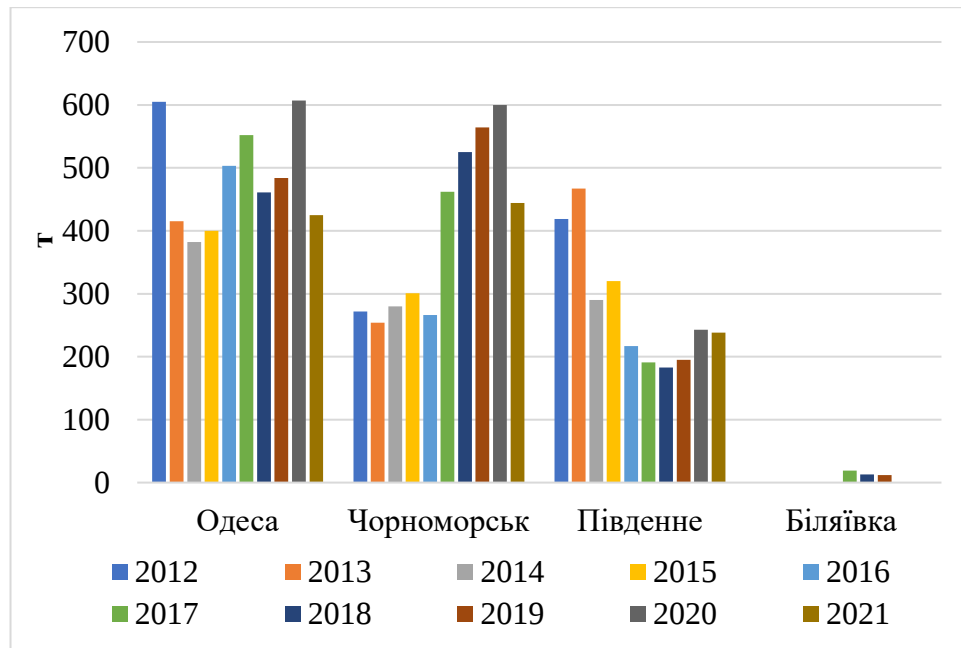


Рисунок 3.1 – Викиди пилу в атмосферне повітря міст Одеської ПМА у 2012 – 2021 рр.

За обсягами викидів діоксиду сірки (рис. 3.2) також перше місце посідає м. Одеса. Порівнянні показники викидів, особливо в останні роки, відзначаються для міст Чорноморськ і Південне. Щодо міст Біляївка і Теплодар, то інформація була також обмеженою (для м. Теплодар лише 2012 р.). Показники викидів діоксиду сірки в цих містах незначні.

Цікавими виявилися результати аналізу викидів діоксиду азоту (рис. 3.3). Максимум був відзначений у 2012 – 2013 рр. у м. Чорноморськ, а починаючи з 2014 р. викиди зменшились на порядок і були значно нижче, ніж у містах Одеса і Південне. Вказані два міста характеризуються порівняними значеннями викидів діоксиду азоту за період дослідження. Також слід вказати на зменшення обсягів викидів даної ЗР у цих містах. Мінімальні показники (на 2 – 3 порядки нижче) відзначались у містах Теплодар і Біляївка.

Викиди оксиду вуглецю були максимальними у м. Одеса (рис. 3.4). Друге місце посідають міста Чорноморськ і Південне, де відповідні показники були на порядок нижче, ніж для м. Одеса. Слід відзначити збільшення обсягів викидів у м. Чорноморськ і незначне зменшення у м. Південне. І мінімальні

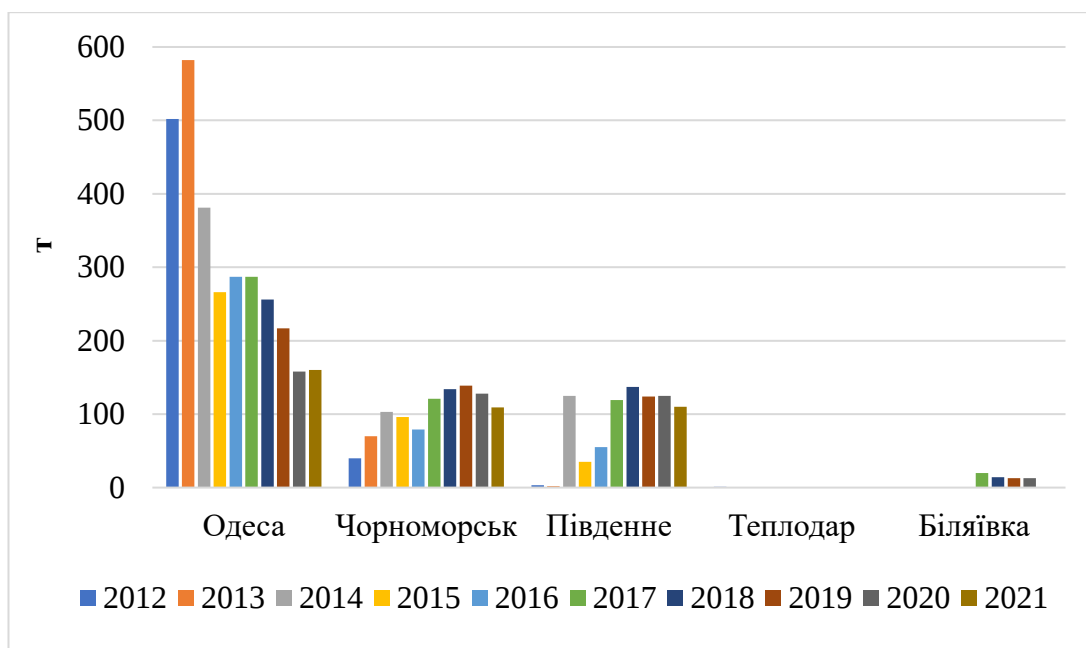


Рисунок 3.2 – Викиди діоксиду сірки в атмосферне повітря міст Одеської ПМА у 2012 – 2021 рр.

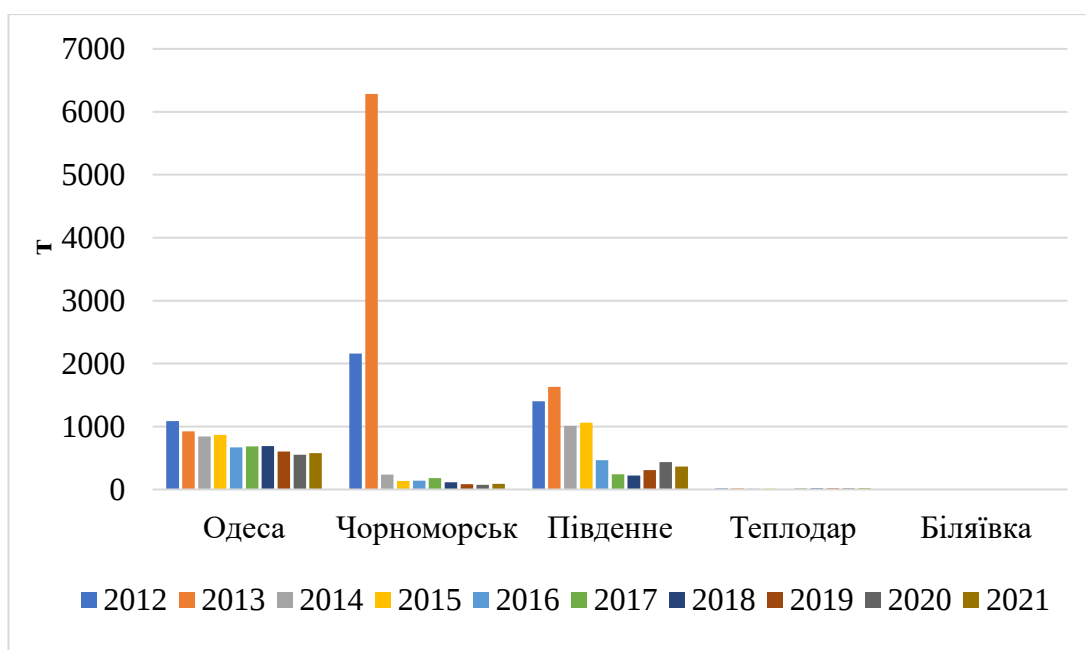


Рисунок 3.3 – Викиди діоксиду азоту в атмосферне повітря міст Одеської ПМА у 2012 – 2021 рр.

значення обсягів викидів оксиду вуглецю (на два порядки нижче, ніж в Одесі) відзначались для міст Теплодар і Біляївка.

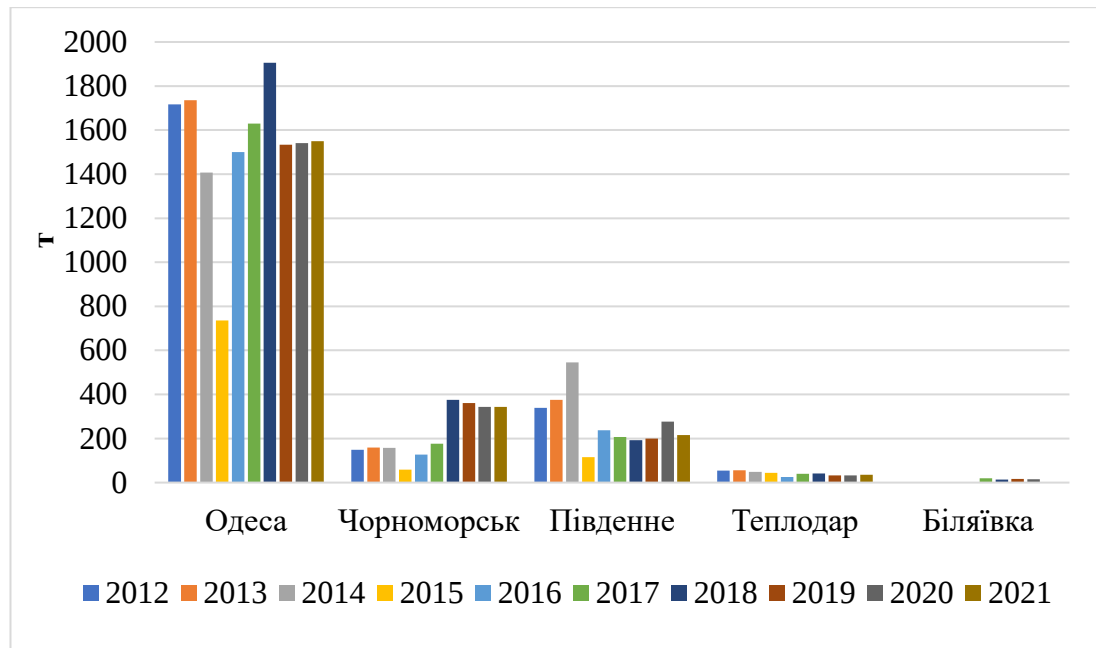
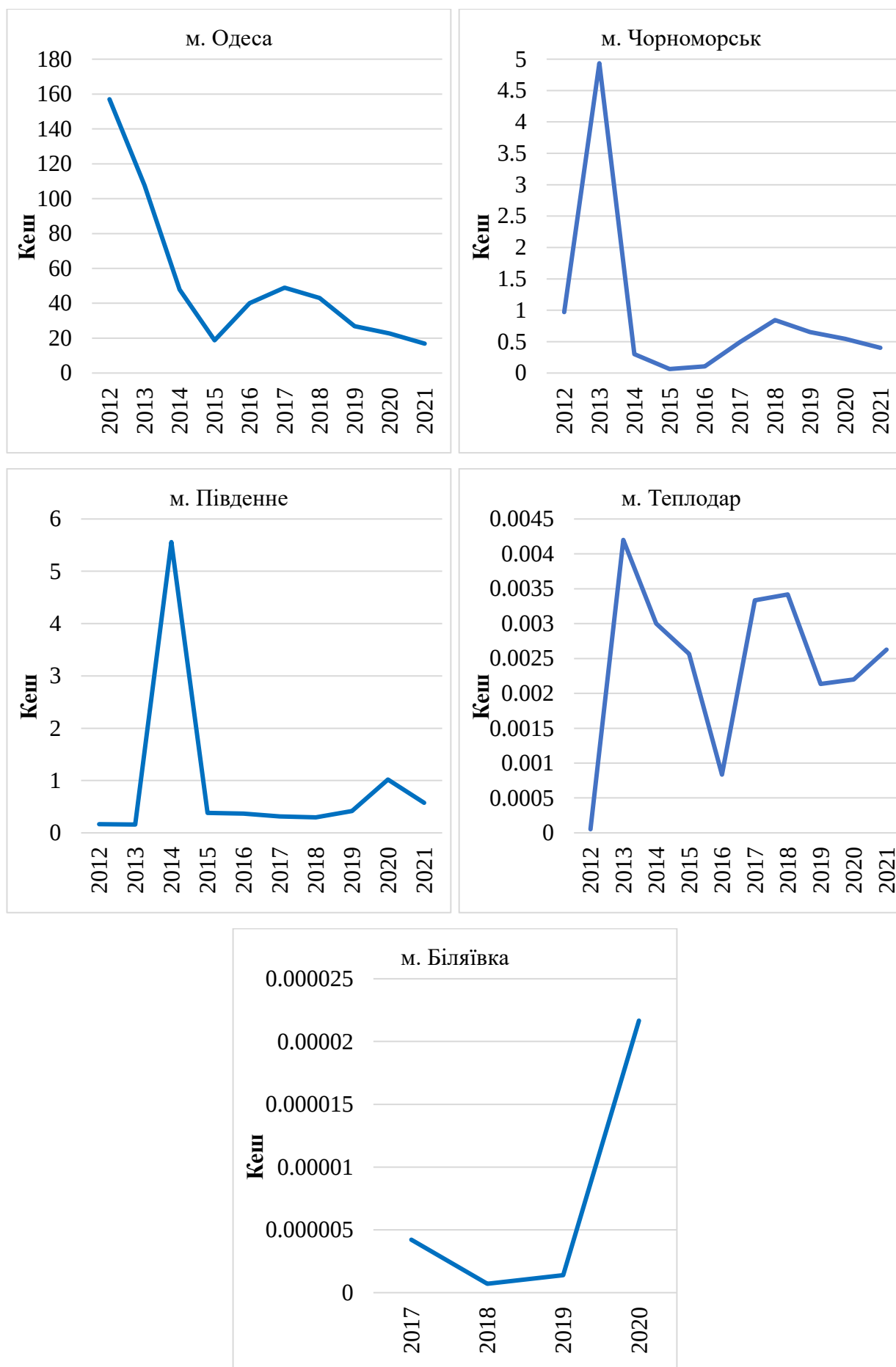


Рисунок 3.4 – Викиди оксиду вуглецю в атмосферне повітря міст Одеської ПМА у 2012 – 2021 рр.

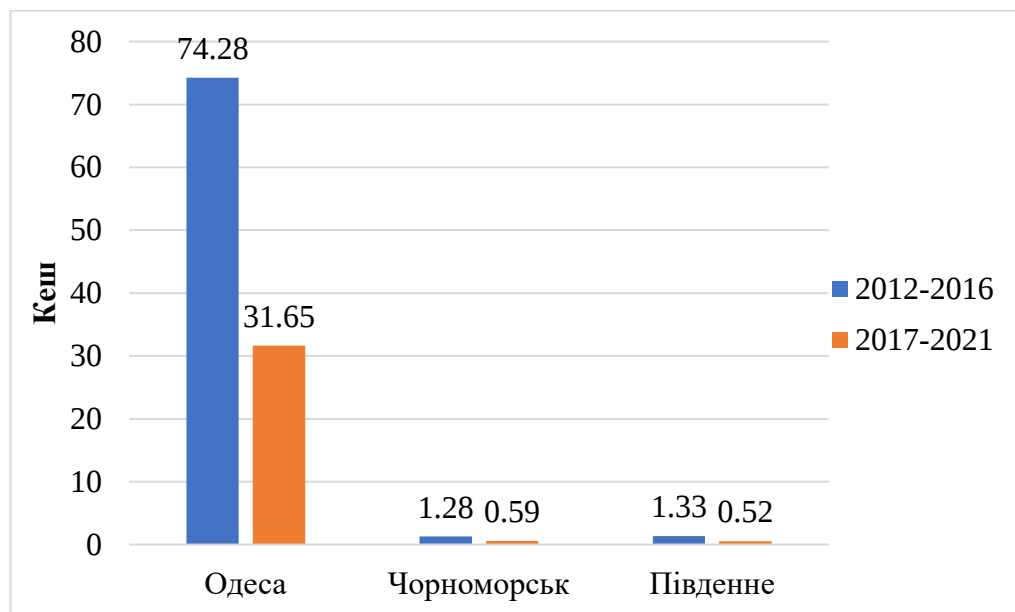
В цілому серед міст Одеської ПМА максимальні значення викидів відзначались для м. Одеса.

На рис. 3.5 наведено результати розрахунку $K_{ЕШ}$ для міст Одеської ПМА. З представленого рисунку видно, що найбільші показники $K_{ЕШ}$ відзначаються для центра агломерації – м. Одеса. Максимум спостерігався у 2012 р. У 2013 – 2015 рр. відзначалось суттєве зменшення значень коефіцієнта. У подальшому відзначались незначні коливання, а станом на 2021 р. показник $K_{ЕШ}$ знаходився на рівні 2015 р. Тобто у місті відбулося значне покращення стану екологічної безпеки промисловості. Значення $K_{ЕШ}$ для міст Чорноморськ і Південне характеризуються приблизно однаковими показниками. Максимум у м. Чорноморськ відзначено у 2013 р., що спричинено значними обсягами викидів діоксиду азоту, у м. Південне – у 2014 р. за рахунок збільшення обсягів викидів діоксиду сірки і оксиду вуглецю. Рівень екологічної безпеки промисловості у цих містах значно краще порівняно з м. Одеса. Найкращі умови екологічної безпеки відзначаються у містах Теплодар і Біляївка. Слід також відзначити збільшення показника $K_{ЕШ}$ у м. Біляївка у 2020 р.

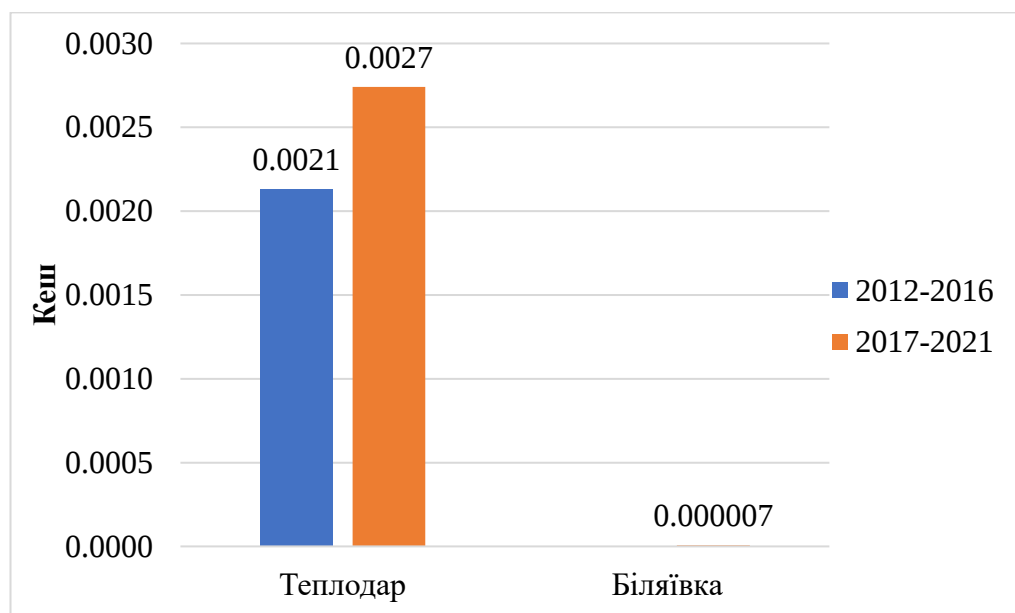
Рисунок 3.5 – Значення $K_{еш}$ для міст Одеської ПМА

Загальне покращення стану екологічної безпеки промисловості у містах Одеської ПМА, в першу чергу у м. Одеса, може частково бути пов'язано з впровадженням природоохоронних заходів за останні 10 – 15 років. Але більшою мірою це може бути і наслідком спаду виробництва в країні за останні 10 років.

Дані розрахунку показника K_{EII} були умовно розподілені на 2 періоди (2012 – 2016 і 2017 – 2021 рр.) і осереднені (рис. 3.6).



а)



б)

Рисунок 3.6 – Осереднені значення K_{EII} для міст Одеської ПМА

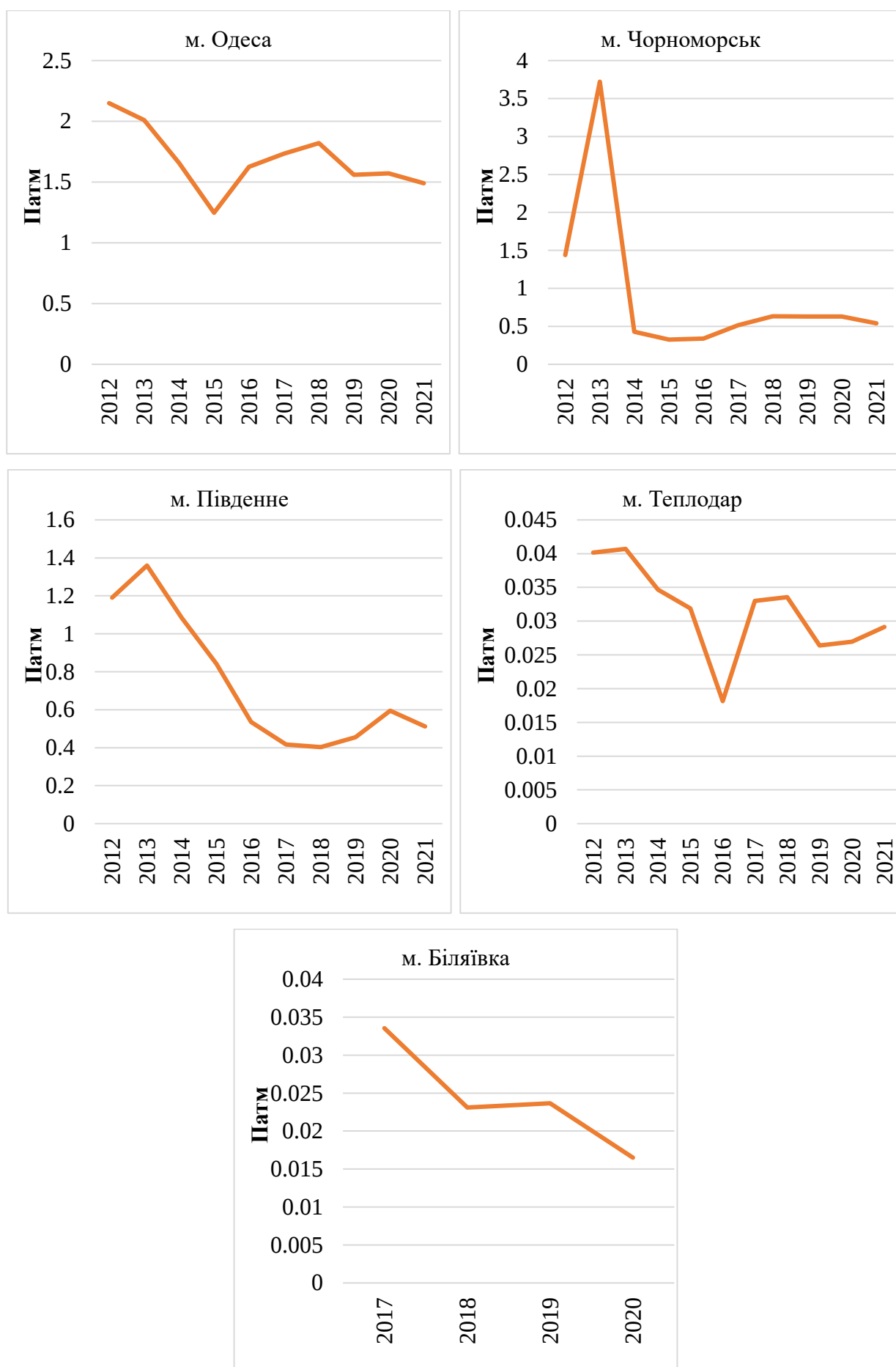
З рис. 3.6 видно, що у містах Одеса, Чорноморськ і Південне рівень екологічної безпеки промисловості у 2017 – 2021 рр. збільшився в середньому в 2 рази. При цьому у м. Теплодар, де показники екологічної безпеки значно високі, відзначалось погіршення стану у цей же період. Для м. Біляївка розрахунковий період складає лише 2017 – 2022 рр., і значення $K_{ЕШ}$ тут мінімальні серед усіх міст Одеської ПМА. Це є закономірним, оскільки територія Біляївської громади – частково територія природно-заповідного фонду.

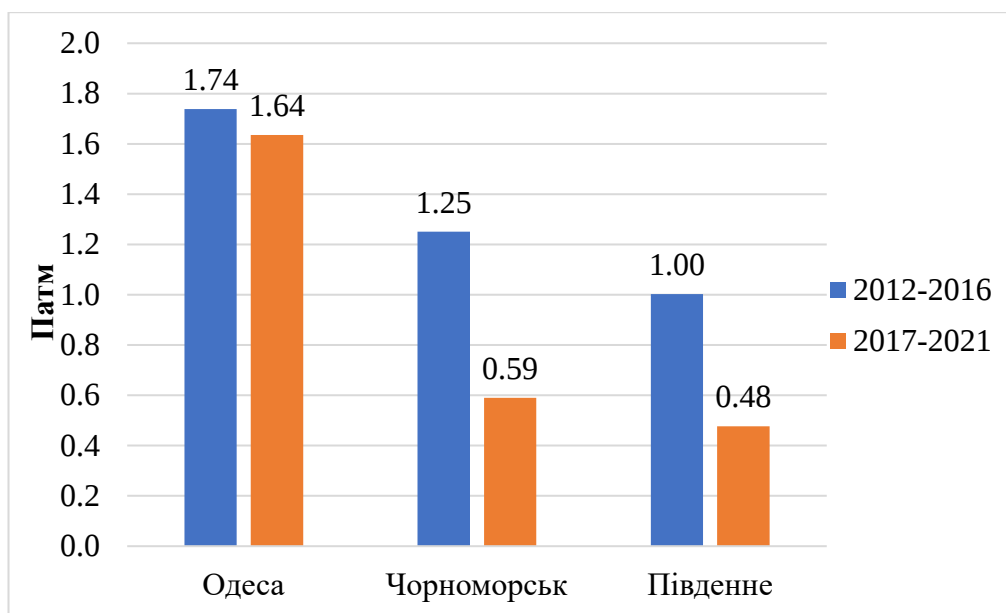
Основні результати щодо оцінки стану повітряного басейну в Одеській ПМА за показником $K_{ЕШ}$ наведені у роботі [22].

Іншим параметром, за яким виконувалась оцінка рівня техногенного впливу, був показник $Патм$. Результати розрахунку наведено на рис. 3.7. Як видно, міста Одеса, Чорноморськ і Південне характеризуються приблизно порівняними значеннями показника. У м. Одеса мінімум відзначено у 2015 р. Проте за період дослідження суттєвих змін не відбувалось. У м. Чорноморськ відзначено максимум у 2013 р. з подальшим різким зменшенням показника. З 2014 р. $Патм$ для даного міста фактично не змінювався. Місто Південне також характеризується максимумом у 2013 р. Починаючи з 2014 р. відбувалось поступове зменшення показника до мінімальних значень у 2017 – 2018 рр. Значення $Патм$ для міст Теплодар і Біляївка на 2 порядки нижчі, ніж для вище вказаних міст Одеської ПМА. В обох містах відзначено загальну тенденцію до зменшення показника за період дослідження.

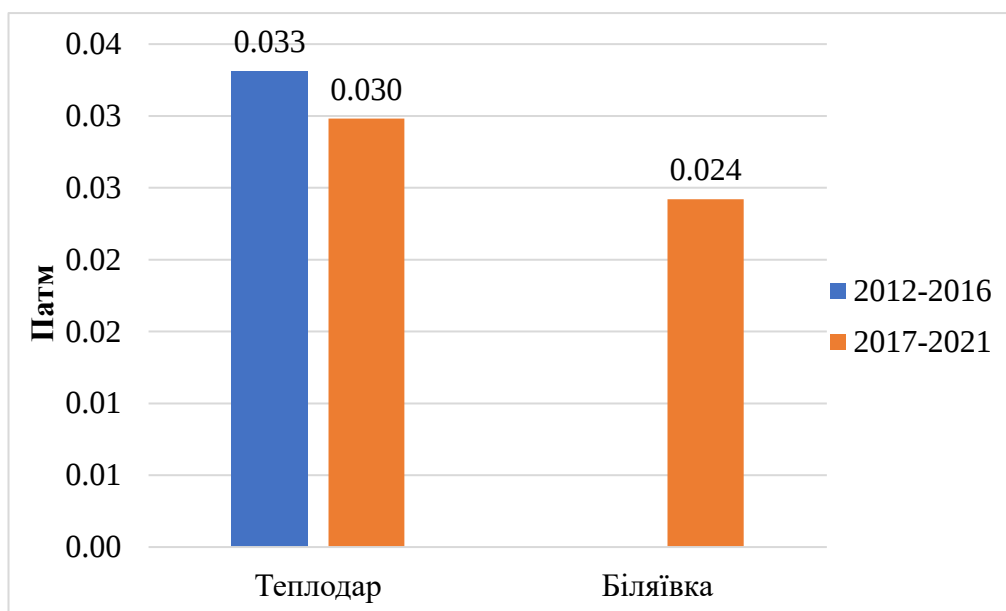
Зазначимо, що з урахуванням оцінки лише за вмістом чотирьох ЗР не досить коректним є робити загальні висновки про рівень техногенного впливу за показниками сумарних викидів по кожному місту окремо. Проте така схема оцінки застосовано з метою порівняльного аналізу для окремих міст Одеської ПМА, а також оцінки можливостей застосування різних методичних підходів.

Як і для показника $K_{ЕШ}$, було виконано розподіл на два часові періоди і проаналізовано осереднені показники $Патм$ для міст Одеської ПМА (рис. 3.8).

Рисунок 3.7 – Значення $Patm$ для міст Одеської ПМА



а)



б)

Рисунок 3.8 – Осереднені значення $Patm$ для міст Одеської ПМА

Аналіз представленого рисунку показує, що для м. Одеса (рис. 3.8а) значення $Patm$ фактично не змінилось. Для міст Чорноморськ і Південне відзначається зменшення техногенного навантаження в середньому в 2 рази. Не змінився рівень техногенного впливу на атмосферне повітря і у м. Теплодар за період дослідження (рис. 3.8б). Мінімальні показники техногенного впливу за значенням $Patm$ відзначаються для м. Біляївка, максимальні – для м. Одеса.

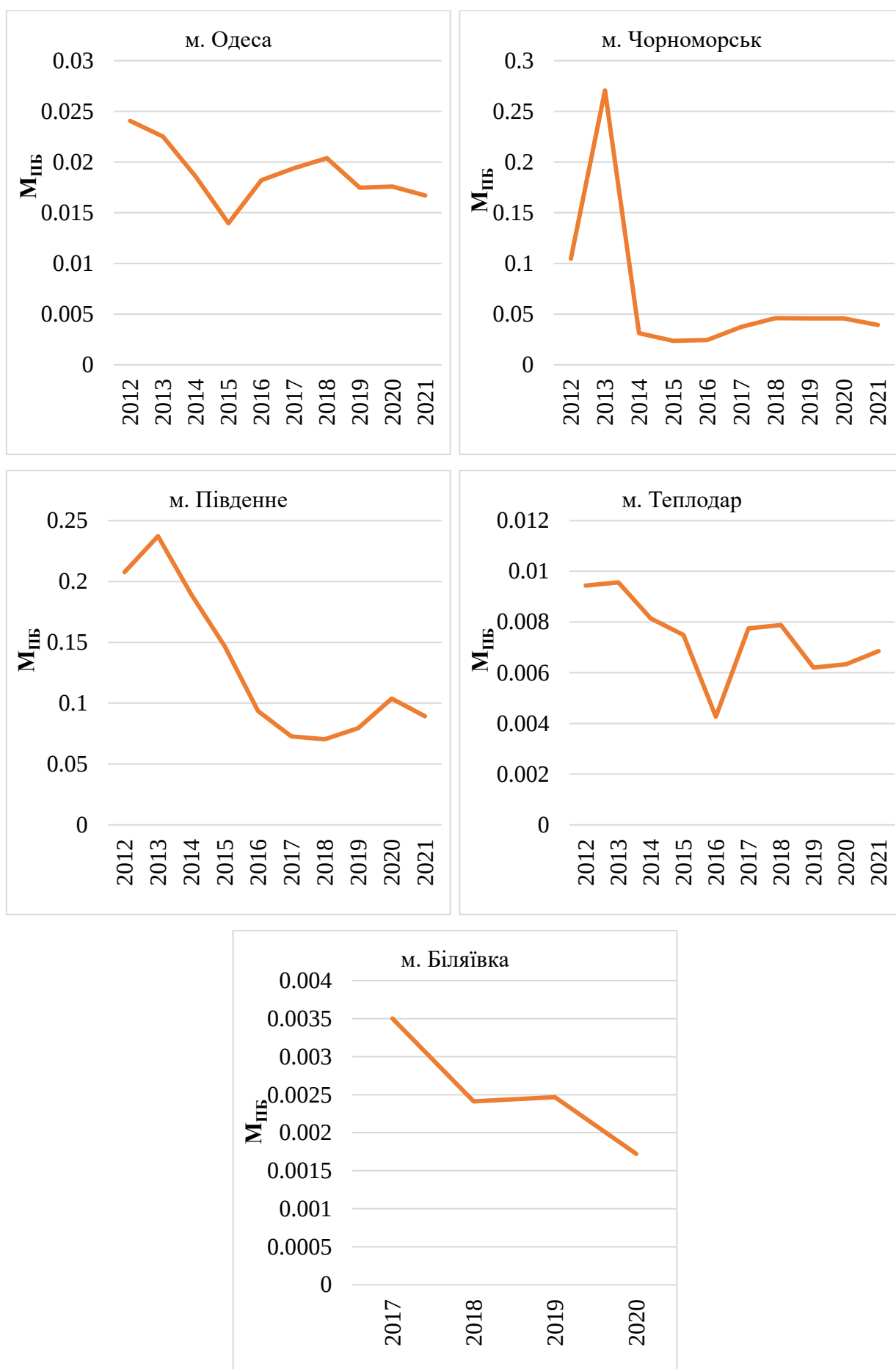
Ще одним показником, який було визначено для міст Одеської ПМА, є модуль техногенного навантаження на повітряний басейн. Результати розрахунку $M_{ПБ}$ наведено на рис. 3.9.

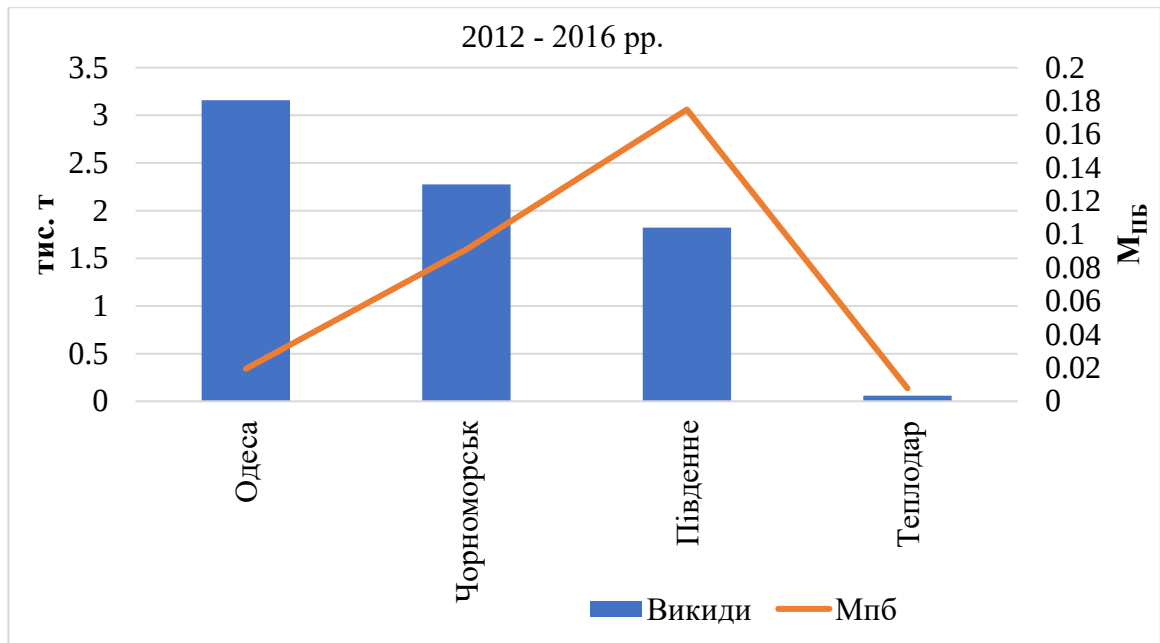
Отримані результати свідчать, що тенденція зміни показника $M_{ПБ}$ повністю відповідає тенденції зміни показника $Патм$ для окремих міст Одеської ПМА. Такий результат свідчить про те, що при оцінці рівня техногенного навантаження на повітряний басейн можна використовувати один з цих двох показників.

Більш цікавим при оцінці за значенням $M_{ПБ}$ є порівняння обсягів викидів ЗР і отриманих результатів оцінки техногенного навантаження (рис. 3.10). Як видно, серед найбільш техногенно напружених міст агломерації (Одеса, Чорноморськ, Південне) відзначається зворотна залежність. При показниках викидів, які є максимальними для м. Одеса, мінімальні значення $M_{ПБ}$ відзначаються також для м. Одеса. І навпаки, при мінімальних обсягах викидів у м. Південне тут відзначено максимальні показники навантаження за значенням $M_{ПБ}$. Ця ситуація відзначається для обох періодів осереднення (2012 – 2016 рр., 2017 – 2021 рр.). Результати, отримані для міст Теплодар і Біляївка, є в цілому закономірними.

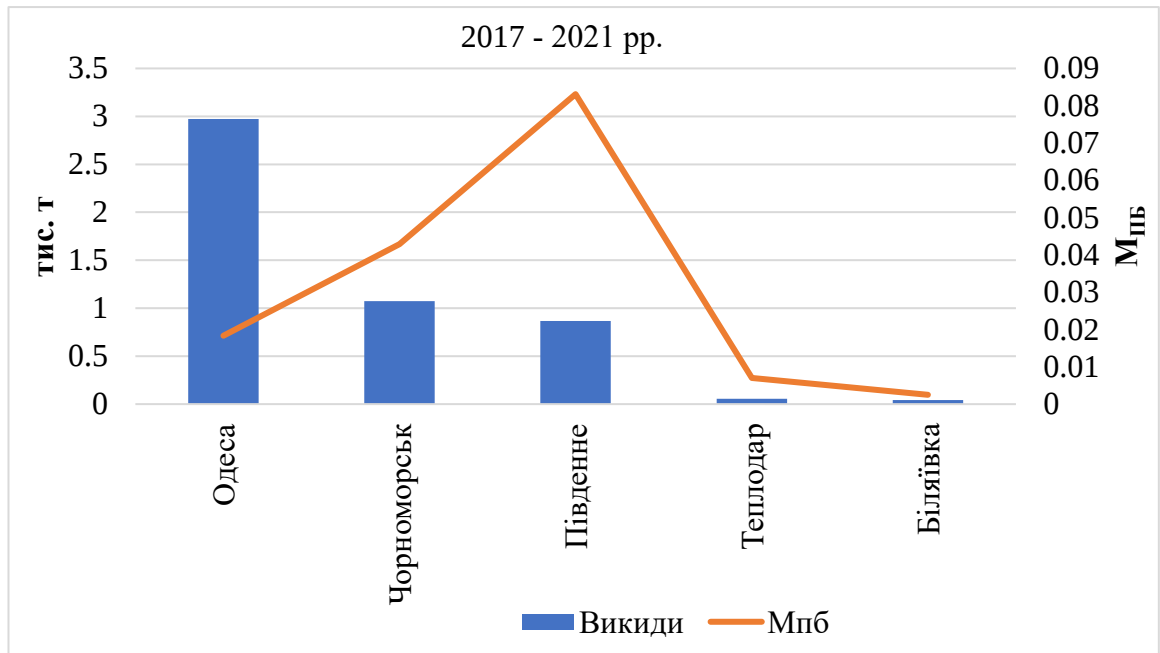
Зазначимо, що розрахунок $M_{ПБ}$ саме спрямований на порівняльний аналіз рівня техногенного навантаження на повітряний басейн. Тобто в даному випадку важливим показником є не лише обсяги викидів ЗР, а й площа території, для якої виконується оцінка.

Як і для попередніх параметрів, було виконано узагальнення результатів оцінки за значеннями модуля техногенного навантаження на повітряний басейн для міст Одеської ПМА. Результати наведено на рис. 3.11. Слід відзначити, що враховуючи загальну тенденцію відповідності значень показника $M_{ПБ}$ показнику $Патм$, є й деякі особливості. Так, на відміну від значення $Патм$ для м. Біляївка за показником $M_{ПБ}$ відзначається більш високе значення порівняно з м. Теплодар, яке знаходилось у групі з меншими показниками техногенного навантаження. Якщо за значенням $Патм$

Рисунок 3.9 – Значення $M_{ПБ}$ для міст Одеської ПМА



а)

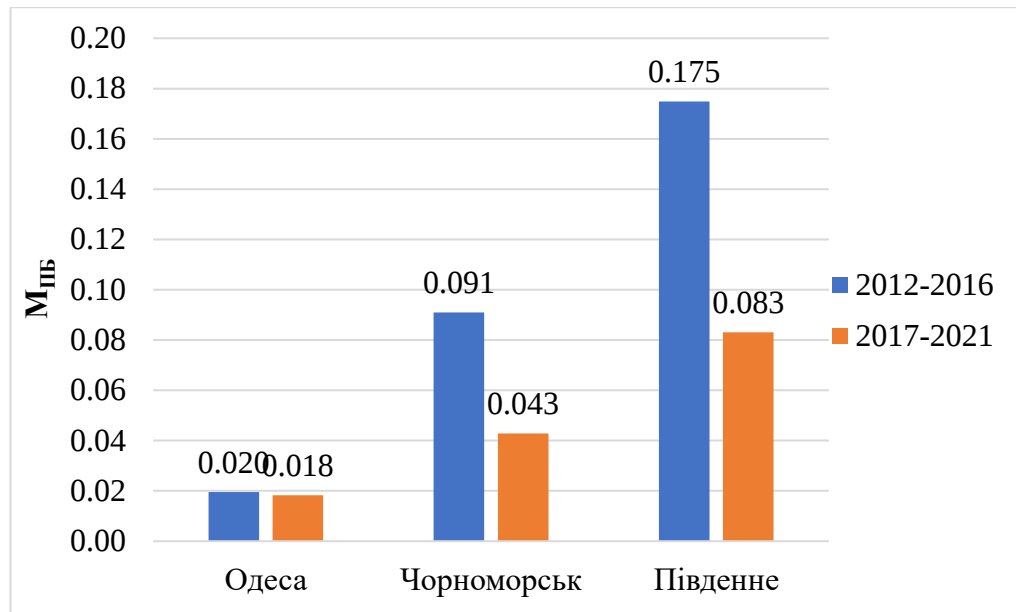


б)

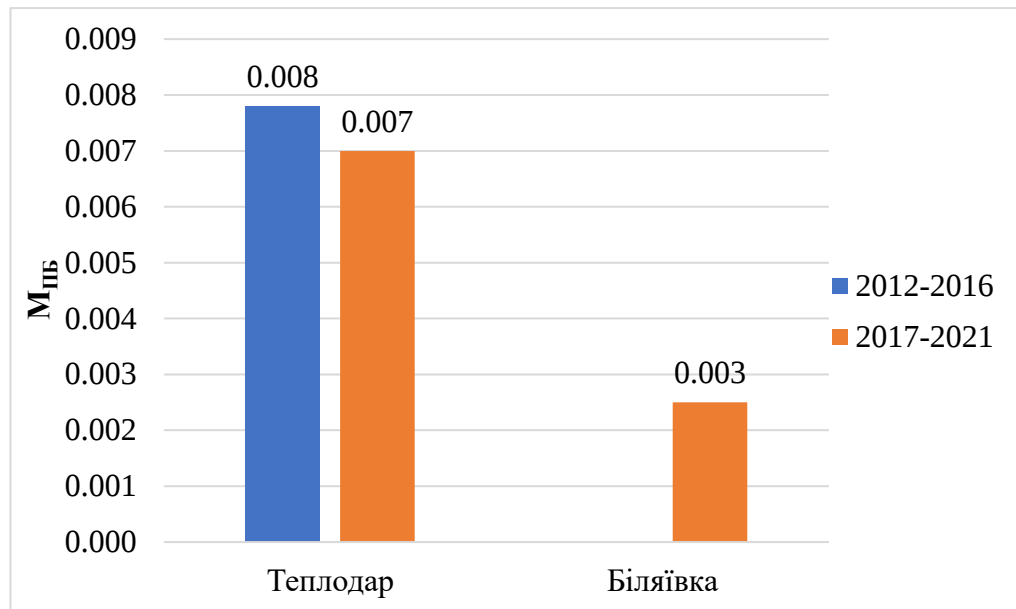
Рисунок 3.10 – Обсяги викидів ЗР і значення $M_{ПБ}$ для міст Одеської ПМА

показники навантаження суттєво не відрізнялись, то за значенням $M_{ПБ}$ рівень навантаження у м. Біляївка нижче більше, ніж в два рази порівняно з м. Теплодар.

Всі параметри, які були нами застосовані для оцінки, дещо різняться. Хоча основним показником, який використовується для оцінки, є обсяг



а)



б)

Рисунок 3.11 – Осереднені значення $M_{ПБ}$ для міст Одеської ПМА

викидів ЗР. З метою уніфікації отриманих результатів нами було проведено нормування розрахункових значень трьох параметрів оцінки техногенного навантаження на повітряний басейн. З цією метою був застосований принцип лінійного нормування для отримання бальної оцінки. Всі отримані розрахункові значення параметрів були нормовані із застосуванням формули:

$$p = 10 \frac{p_i - p_{min}}{p_{max} - p_{min}}, \quad (3.1)$$

де p – нормоване значення параметра;

p_i – значення i -го параметру;

p_{min} і p_{max} – відповідно мінімальне і максимальне значення в ряду.

Результати розрахунків наведені у табл. 3.1. Отримані результати є досить різномірними. Зрозуміло, що при формуванні бальної оцінки вихідна інформація щодо обсягів викидів ЗР суттєво різнилась для окремих міст Одеської ПМА. Проте слід відзначити, що групу з максимальними бальними оцінками формують міста Одеса, Чорноморськ і Південне, групу з мінімальними – Теплодар і Біляївка. Серед окремих показників максимум відзначено для м. Одеса у 2012 р. за значенням $K_{ЕШ}$, для м. Чорноморськ – у 2013 р. за значеннями $Патм$ та $М_{ПБ}$, мінімальні – для м. Біляївка за всіма показниками (2018 і 2020 рр.).

З урахуванням отриманих результатів і аналізу літературних джерел нами було запропоновано оціночну шкалу для визначення рівня техногенного впливу на повітряний басейн (табл. 3.2). Було виділено 4 рівня навантаження: низький, середній, підвищений і високий.

Всі отримані розрахункові бальні значення показників були також об'єднані у два періоди з побудовою для кожного міста окремих графіків (рис. 3.12 – 3.16). Також було визначено рівень техногенного навантаження за кожним розрахованим показником (табл. 3.3).

Аналіз представлених рисунків і таблиці показав, що для більшості міст Одеської ПМА за значенням показника $K_{ЕШ}$ відзначається низький рівень техногенного впливу. Лише для м. Одеса рівень відповідає категоріям «підвищений» і «середній». За значенням показника $Патм$ для міст з більшим промисловим потенціалом (Одеса, Чорноморськ і Південне) відзначається підвищений і середній рівень техногенного впливу, для двох інших міст – низький. Стосовно показника $М_{ПБ}$, то ситуація дещо різниться. Так, до групи з

Таблиця 3.1 – Бальна оцінка техногенного навантаження на повітряний басейн міст Одеської ПМА

Рік	<i>К_{ЕШ}</i>	<i>Патм</i>	<i>М_{ПВ}</i>
<i>м. Одеса</i>			
2012	10.0	5.7563	0.8307
2013	6.8464	5.3822	0.7730
2014	3.0503	4.4263	0.6255
2015	1.1997	3.3220	0.4552
2016	2.5551	4.3447	0.6130
2017	3.1155	4.6326	0.6574
2018	2.7377	4.8701	0.6940
2019	1.7118	4.1636	0.5850
2020	1.4406	4.1962	0.5901
2021	1.0740	3.9795	0.5566
<i>м. Чорноморськ</i>			
2012	0.0619	3.8415	3.8295
2013	0.3143	10.0	10.0
2014	0.0193	1.1133	1.0960
2015	0.0041	0.8342	0.8164
2016	0.0067	0.8669	0.8491
2017	0.0313	1.3493	1.3325
2018	0.0537	1.6610	1.6448
2019	0.0416	1.6580	1.6418
2020	0.0346	1.6565	1.6403
2021	0.0255	1.4146	1.3979
<i>м. Південне</i>			
2012	0.0106	3.1676	7.6575
2013	0.0101	3.6248	8.7565
2014	0.3540	2.8826	6.9724

Продовження табл. 3.1

Рік	<i>Кеш</i>	<i>Патм</i>	<i>Мпб</i>
2015	0.0243	2.2265	5.3953
2016	0.0233	1.4012	3.4114
2017	0.0201	1.0806	2.6407
2018	0.0188	1.0435	2.5515
2019	0.0264	1.1845	2.8904
2020	0.0649	1.5600	3.7932
2021	0.0366	1.3359	3.2544
<i>м. Теплодар</i>			
2012	0.000003	0.0638	0.2868
2013	0.0003	0.0653	0.2916
2014	0.0002	0.0490	0.2387
2015	0.0002	0.0416	0.2147
2016	0.0001	0.0045	0.0946
2017	0.0002	0.0445	0.2243
2018	0.0002	0.0460	0.2291
2019	0.0001	0.0267	0.1666
2020	0.0001	0.0282	0.1714
2021	0.0002	0.0341	0.1907
<i>м. Біляївка</i>			
2017	0.0000002	0.0460	0.0662
2018	0	0.0178	0.0256
2019	0.00000004	0.0193	0.0277
2020	0.000001	0	0

низьким рівнем техногенного впливу увійшли міста Одеса, Теплодар і Біляївка. М. Чорноморськ характеризувалось двома категоріями навантаження – підвищений і середній рівень, а м. Південне – категоріями

Таблиця 3.2 – Бальна оцінка визначення рівня техногенного навантаження на повітряний басейн

Бал	Рівень навантаження
0 – 1	низький
> 1 – 3	середній
> 3 – 6	підвищений
> 6 – 10	високий

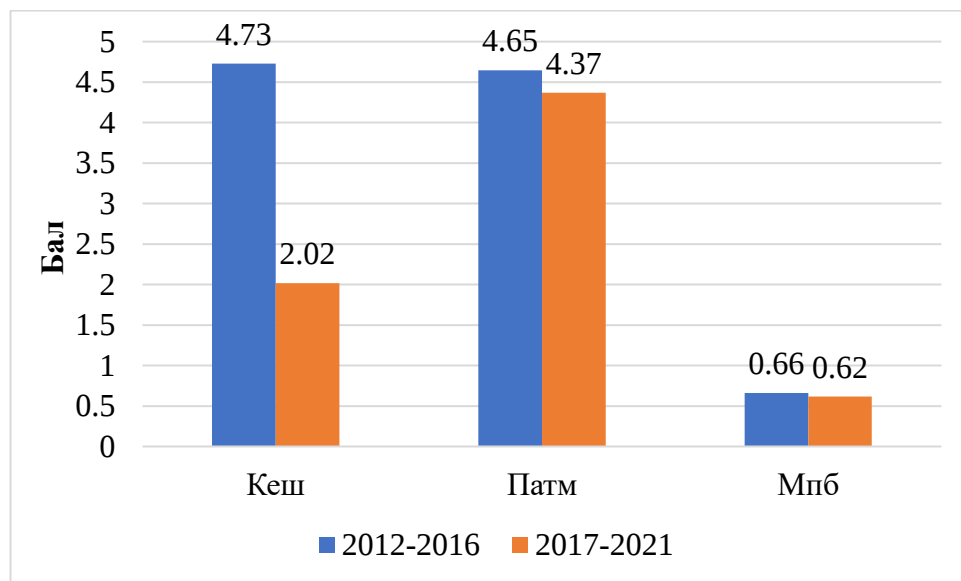


Рисунок 3.12 – Бальна оцінка техногенного навантаження на повітряний басейн м. Одеса

високого і підвищеного рівня техногенного навантаження.

Отримані результати свідчать, що використання будь-якого показника надає можливість отримати оцінку саме з урахуванням фізичної сутності показника. Ця залежність дуже добре прослідковується при порівнянні показників *Патм* і *Мпб*. Динаміка їх зміни, як було зазначено вище, майже ідентична. Складовою, яка змінюється при визначенні *Патм*, є лише обсяг викидів ЗР. А при визначенні *Мпб* також враховується площа населеного пункту, що й сформувало отримані результати.

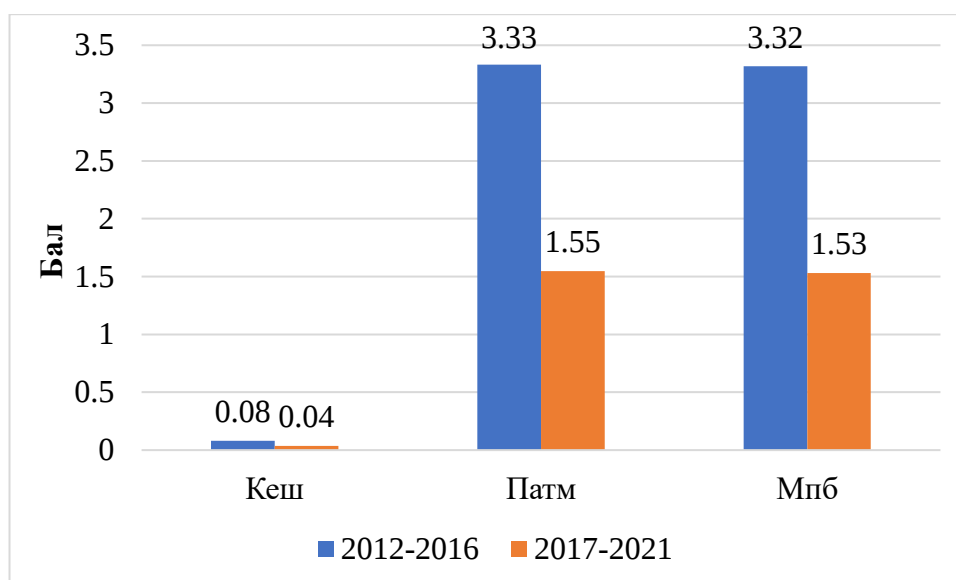


Рисунок 3.13 – Бальна оцінка техногенного навантаження на повітряний басейн м. Чорноморськ

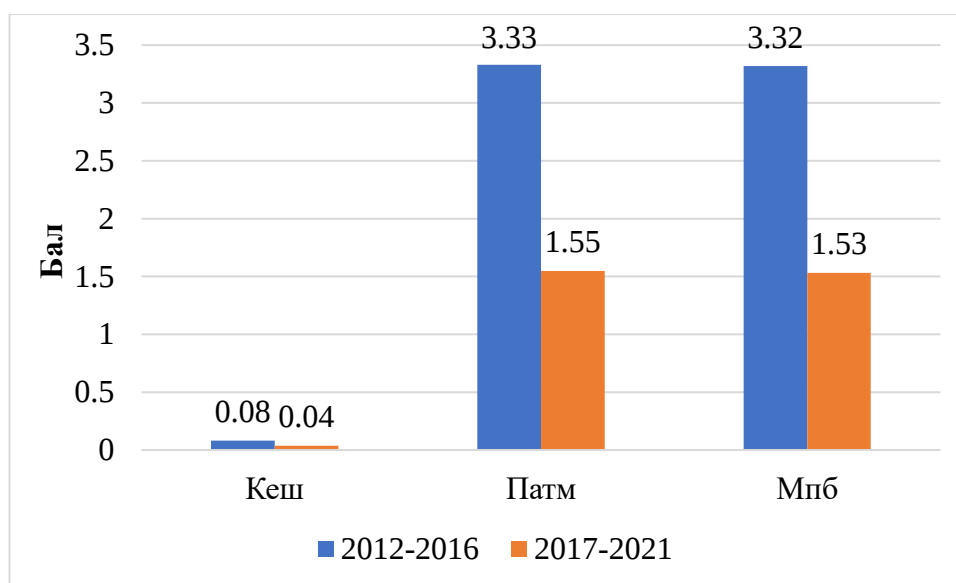


Рисунок 3.14 – Бальна оцінка техногенного навантаження на повітряний басейн м. Південне

Порівняльний аналіз сумарного техногенного впливу на повітряний басейн Одеської ПМА наведено на рис. 3.16. Так, показники впливу з урахуванням екологічної шкоди переважно формуються за рахунок трьох міст – Одеса, Чорноморськ і Південне. При цьому «лідером» є м. Одеса. Ці три міста також є основними при формуванні техногенного навантаження з

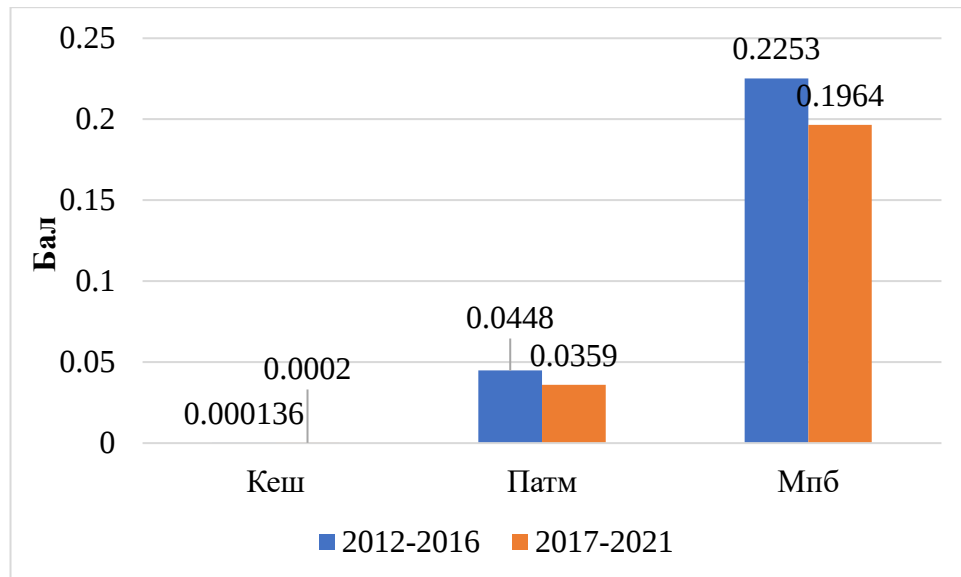


Рисунок 3.15 – Бальна оцінка техногенного навантаження на повітряний басейн м. Теплодар

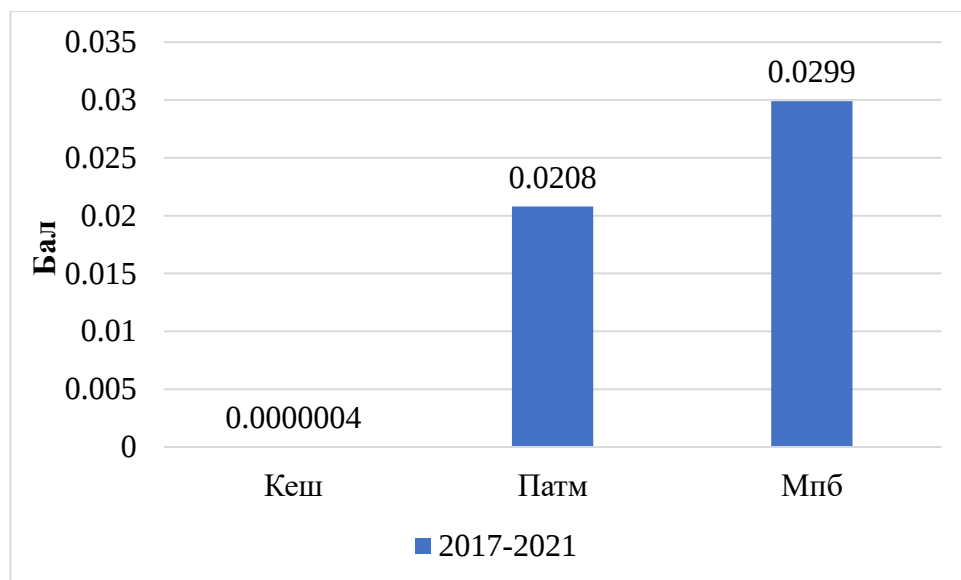


Рисунок 3.16 – Бальна оцінка техногенного навантаження на повітряний басейн м. Біляївка

урахуванням еколого-економічної складової території (*Патм*). Більше 40 % впливу також формується у м. Одеса. Стосовно показника $M_{ПБ}$, то переважний сумарний вплив формується за рахунок чотирьох міст Одеської ПМА з урахуванням м. Теплодар. При цьому «лідером» у формуванні загального впливу є м. Південне.

Таблиця 3.2 – Техногенне навантаження на повітряний басейн міст Одеської ПМА на основі бальної оцінки

Місто	Рік	<i>Кеш</i>	<i>Патм</i>	<i>Мпб</i>
Одеса	2012 – 2016	підвищений	підвищений	низький
	2017 – 2022	середній	підвищений	низький
Чорноморськ	2012 – 2016	низький	підвищений	підвищений
	2017 – 2022	низький	середній	середній
Південне	2012 – 2016	низький	середній	високий
	2017 – 2022	низький	середній	підвищений
Теплодар	2012 – 2016	низький	низький	низький
	2017 – 2022	низький	низький	низький
Біляївка	2017 – 2022	низький	низький	низький

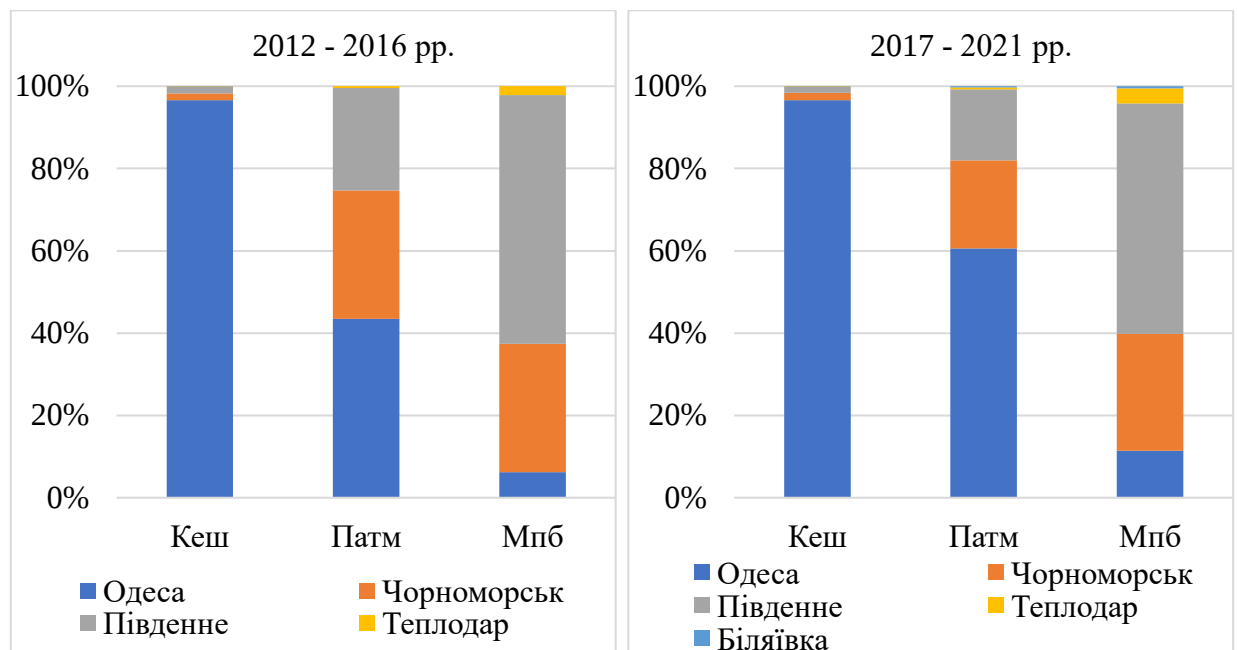


Рисунок 3.17 – Сумарний техногенний вплив на повітряний басейн Одеської ПМА

3.2 Оцінка із застосуванням індикаторів сталого розвитку

Ще одним з етапів роботи було оцінка стану повітряного басейну із застосуванням індикаторів СР. Як зазначено у розділі 2, оціночними параметрами можуть бути середні концентрації ЗР, викиди окремих ЗР, а також сумарні викиди від стаціонарних і пересувних джерел, цільність викидів з урахуванням площі території та населення та ін.

Враховуючи наявну вихідну інформацію, нами було виконано оцінку для міст Одеса, Чорноморськ, Південне, Теплодар, Біляївка за показниками викидів діоксиду сірки і діоксиду азоту за період 2012 – 2021 рр.

У табл. 3.3 наведено результати розрахунку параметрів I_{NOX} (викиди оксидів азоту) та I_{SO2} (викиди діоксиду сірки) для індикатора I_{EMS} (викиди в атмосферне повітря) – складової частини розрахунку індексу екологічного виміру I_E . Вся вихідна інформація була нормована. Отримання значення параметрів, які наближені до 0, характеризують кращі умови сталого розвитку. Значення, наближені до 1, свідчать про погіршення ситуації.

З представленої таблиці видно, що для м. Одеса відзначається покращення показників за період дослідження. Для міст Чорноморськ і Південне ситуація не є однозначною. Щодо викидів діоксиду сірки, то показники погіршились, за показниками викидів діоксиду азоту – навпаки покращились. Для м. Теплодар була відсутня інформація по викидах діоксиду сірки. Щодо викидів діоксиду азоту, то відзначаються певні коливання, але загалом ситуація не сприяє покращенню умов сталого розвитку. Мінімальна вихідна інформація була наявна для м. Біляївка, яка не є показовою. Також слід відзначити, що за попередніми оцінками для Біляївки відзначено мінімальні показники навантаження серед усіх міст Одеської ПМА, оскільки територія Біляївської громади частково є територією природно-заповідного фонду Одеської області.

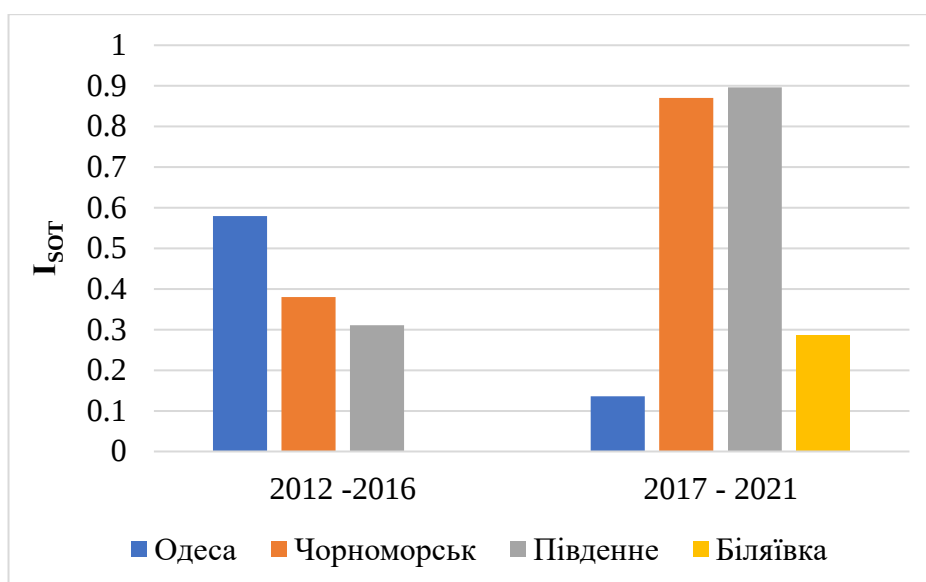
Таблиця 3.3 – Результати розрахунку окремих параметрів сталого розвитку для міст Одеської ПМА

Рік	місто Одеса		місто Чорноморськ		місто Південне		місто Теплодар		місто Біляївка	
	<i>I_{SOT}</i>	<i>I_{NOX}</i>	<i>I_{SOT}</i>	<i>I_{NOX}</i>	<i>I_{SOT}</i>	<i>I_{NOX}</i>	<i>I_{SOT}</i>	<i>I_{NOX}</i>	<i>I_{SOT}</i>	<i>I_{NOX}</i>
2012	0.811	1.000	0.000	0.335	0.007	0.840	-	0.750	-	-
2013	1.000	0.698	0.303	1.000	0.000	1.000	-	0.833	-	-
2014	0.526	0.546	0.636	0.027	0.911	0.562	-	0.583	-	-
2015	0.255	0.591	0.566	0.010	0.244	0.596	-	0.500	-	-
2016	0.304	0.218	0.394	0.011	0.393	0.173	-	0.000	-	-
2017	0.304	0.246	0.818	0.017	0.867	0.015	-	1.000	1.000	1.000
2018	0.231	0.257	0.949	0.007	1.000	0.000	-	1.000	0.143	0.000
2019	0.139	0.094	1.000	0.001	0.904	0.063	-	0.667	0.000	1.000
2020	0.000	0.000	0.889	0.000	0.911	0.153	-	0.667	0.000	1.000
2021	0.005	0.047	0.697	0.002	0.800	0.104	-	0.833	-	-

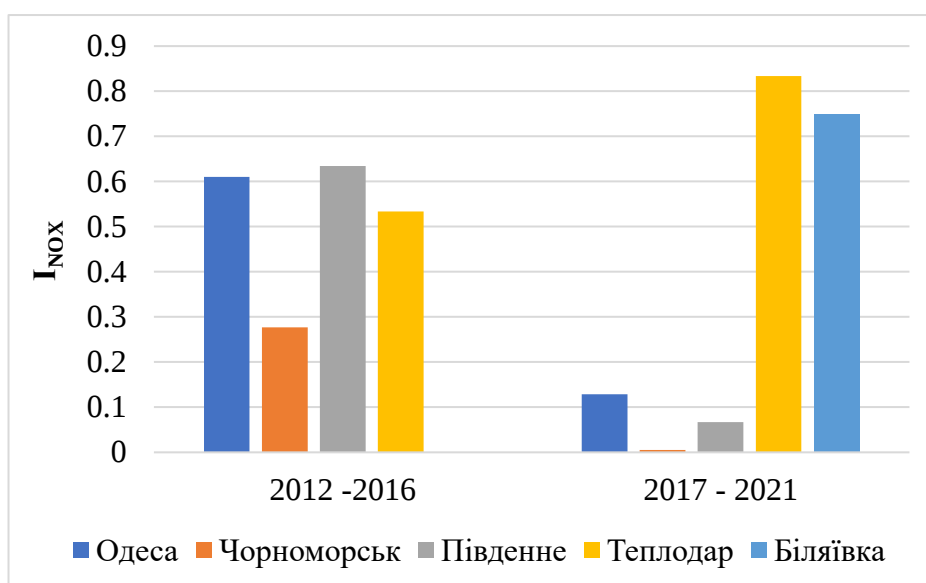
Нами також було проведено узагальнення отриманих розрахункових даних за два п'ятирічних періоди – 2012 – 2016 і 2017 – 2021 рр. (рис. 3.18). Як видно з представленого рисунку, за показниками викидів діоксиду сірки найгірші умови у 2012 – 2016 рр. відзначались у м. Одеса, а у 2017 – 2021 рр. ситуація значно погіршилась для міст Чорноморськ і Південне. За показниками викидів діоксиду азоту максимальні показники відзначались у містах Одеса і Південне (2012 – 2016 рр.) і Теплодар (2017 – 2021 рр.).

Слід відзначити, що отримані дані є лише частиною оцінки умов сталого розвитку для будь-якої території. Проте інформація щодо викидів окремих ЗР, їх вмісту в атмосферному повітрі міст є дуже обмеженою, що й формує певні обмеження для отримання достовірних оцінок.

Окремі результати оцінки умов СР для міст Одеської ПМА наведені у роботі [23].



а)



б)

Рисунок 3.18 – Порівняльний аналіз показників сталого розвитку для міст
Одеської ПМА

ВИСНОВКИ

Метою виконаної кваліфікаційної роботи магістра була оцінка техногенного впливу на повітряний басейн Одеської промислово-міської агломерації, а також умов сталого розвитку регіону за станом повітряного басейну.

Вихідними даними в роботі слугували дані Регіональних доповідей про стан навколишнього середовища в Одеській області, офіційно матеріали Головного управління статистики в Одеській області про викиди окремих забруднюючих речовин у 2012 – 2021 рр., а також дані літературних джерел інформації.

Виконані оцінка та аналіз дозволяють зробити такі висновки по роботі:

1. Одеська ПМА – це велика урбанізована територія, сформована навколо м. Одеса з прилеглими населеними пунктами. До складу Одеської ПМА входять також міста Чорноморськ, Південне, Біляївка і Теплодар. Одеська ПМА – найбільший портово-промисловий комплекс в Україні.
2. Згідно з планом розвитку Одеської ПМА до її складу можуть увійти 22 територіальні громади Одеського району.
3. Функціонування промислового комплексу в агломерації є однією з причин забруднення атмосферного повітря.
4. Аналіз динаміки викидів окремих ЗР від стаціонарних джерел по окремих містах Одеської ПМА показав, що за обсягами викидів пилу перше місце посідає центр агломерації – м. Одеса. На другому місці знаходиться м. Чорноморськ. Для м. Біляївка показники були мінімальними. За обсягами викидів діоксиду сірки також перше місце посідає м. Одеса. Викиди діоксиду азоту характеризуються порівняними показниками у містах Одеса і Південне. Мінімальні значення відзначались у містах Теплодар і Біляївка. Викиди оксиду вуглецю були максимальними у м. Одеса. Друге місце посідають міста Чорноморськ і

Південне, мінімальні значення відзначались для міст Теплодар і Біляївка.

5. Розрахунок показника $K_{ЕШ}$ показав, що найбільші значення відзначаються для центра агломерації – Одеси. Рівень екологічної безпеки промисловості у містах Чорноморськ і Південне значно краще порівняно з м. Одеса. Найкращі умови екологічної безпеки відзначаються у містах Теплодар і Біляївка. Загальне покращення стану екологічної безпеки промисловості у містах Одеської ПМА, в першу чергу у м. Одеса, може частково бути пов'язано з впровадженням природоохоронних заходів за останні 10 – 15 років, а також наслідком спаду виробництва в країні за останні 10 років.
6. Осереднені за два п'ятирічних періоди дані свідчать, що у містах Одеса, Чорноморськ і Південне рівень екологічної безпеки промисловості у 2017 – 2021 рр. збільшився в середньому в 2 рази. У м. Теплодар відзначалось погіршення стану у цей же період.
7. За значенням показника $Патм$ міста Одеса, Чорноморськ і Південне характеризуються приблизно порівняними значеннями. Значення $Патм$ для міст Теплодар і Біляївка на 2 порядки нижче.
8. Осереднені показники показали, що для м. Одеса значення $Патм$ фактично не змінилось. Для міст Чорноморськ і Південне відзначається зменшення показника в середньому в 2 рази. Не змінився рівень техногенного впливу на атмосферне повітря і у м. Теплодар.
9. Тенденція зміни показника $M_{ПБ}$ повністю відповідає тенденції зміни показника $Патм$ для окремих міст Одеської ПМА. Так, при оцінці рівня техногенного навантаження на повітряний басейн можна використовувати один з цих двох показників.
10. Порівняння обсягів викидів ЗР і значень $M_{ПБ}$ показало, що серед найбільш техногенно напружених міст агломерації (Одеса, Чорноморськ, Південне) відзначається зворотна залежність.

- 11.3 метою уніфікації отриманих результатів було проведено нормування розрахункових значень трьох параметрів оцінки техногенного навантаження на повітряний басейн і запропонована бальна оцінка. Отримано, що групу з максимальними бальними оцінками формують міста Одеса, Чорноморськ і Південне, групу з мінімальними – Теплодар і Біляївка.
12. Результати бальної оцінки по окремих показниках показали, що для більшості міст Одеської ПМА за значенням показника $K_{ЕШ}$ відзначається низький рівень техногенного впливу за виключенням м. Одеса. За значенням показника $Патм$ для міст з більшим промисловим потенціалом (Одеса, Чорноморськ і Південне) відзначається підвищений і середній рівень техногенного впливу, для двох інших міст – низький. Стосовно показника $M_{ПБ}$, то до групи з низьким рівнем техногенного впливу увійшли міста Одеса, Теплодар і Біляївка. Міста Чорноморськ і Південне характеризувались високими рівнями навантаження.
13. Порівняльний аналіз сумарного техногенного впливу на повітряний басейн Одеської ПМА показав, що показники впливу з урахуванням екологічної шкоди переважно формуються за рахунок трьох міст – Одеса, Чорноморськ і Південне. «Лідером» є м. Одеса. Ці три міста також є основними при оцінці з урахуванням еколого-економічної складової території ($Патм$). Більше 40 % впливу також формується у м. Одеса. За значенням $M_{ПБ}$ переважний сумарний вплив формується за рахунок чотирьох міст Одеської ПМА з урахуванням м. Теплодар. «Лідером» є м. Південне.
14. Оцінка за окремими параметрами СР (викиди діоксиду сірки і діоксиду азоту) показала, що для м. Одеса відзначається покращення показників за період дослідження. Для міст Чорноморськ і Південне погіршилися показники по викидах діоксиду сірки і покращилися за викидами діоксиду азоту. Для м. Теплодар по діоксиду азоту ситуація не сприяє покращенню умов СР.

15. Узагальнення за два п'ятирічних періоди показало, що за показниками викидів діоксиду сірки найгірші умови у 2012 – 2016 рр. відзначались у м. Одеса, а у 2017 – 2021 рр. ситуація значно погіршилась для міст Чорноморськ і Південне. За показниками викидів діоксиду азоту максимальні показники відзначались у містах Одеса і Південне (2012 – 2016 рр.) і Теплодар (2017 – 2021 рр.).

Отримані результати характеризують рівень техногенного навантаження на територію Одеської ПМА у довоєнний період. На жаль, з початком військових дій досить обмеженою є інформація щодо викидів по більшості міст за виключенням м. Одеса. Також, наявна інформація не включає увесь перелік ЗР і джерел викидів, оскільки фактично не враховувались пересувні джерела.

Виконане дослідження представляє собою спробу порівняльного аналізу різних методик, які можуть сьогодні використовуватися для оцінки техногенного навантаження на повітряний басейн.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Звіт про дослідження перспектив формування Одеської агломерації. URL: <https://rm.coe.int/zvit-pro-doslidzhennia-formuvannia-odeskoi-aglomeratsii/1680b314a2> (дата звернення: 10.12.2024 р.).
2. Гладкий О.В., Килівник В.С., Городецька О.О. Особливості економічного розвитку промислових підприємств індустріально-аграрних територіально-виробничих виробничих систем України / Сучасний стан та перспективи розвитку діяльності підприємств в Україні: теорія, методика, практика: колективна монографія. Полтава: ПП «Астроя», 2022. С. 124 – 133.
3. Створення агломерації Одеського району: нові можливості для розвитку. URL: <https://omr.gov.ua/ua/news/241215/> (дата звернення: 10.04.2025 р.).
4. Safranov T., Chugai A., Kolisnyk A., Lavrov T., Mozgovyy A. The Environmental Component of Sustainable Development Potential in the Odesa Industrial-Urban Agglomeration. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2024. Vol. 25, Issue 9. P. 116 – 129.
5. Одеса. URL: <https://vue.gov.ua/> (дата звернення: 10.12.2024 р.).
6. Стратегія економічного та соціального розвитку міста Чорноморська Одеської області до 2025 року. URL: <https://toolkit.in.ua/files/137/upload/%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%A2%D0%95%D0%93%D0%86%D0%AF-%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B0-432-VII-%D0%B2%D1%96%D0%B4-09042019.pdf> (дата звернення: 10.12.2024 р.).
7. Південне (Одеська область). URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D0%B2%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B5_\(%D0%9E%D0%B4%D0%B5%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D0%B2%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B5_(%D0%9E%D0%B4%D0%B5%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0)

_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C)

(дата звернення: 10.12.2024 р.).

8. Місто Південне (Южне). URL: <https://sky-post.odessa.ua/dovidka/misto-pivdenne-yuzhne/> (дата звернення: 10.12.2024 р.).
9. Одеський припортовий завод. URL: <https://latifundist.com/kompanii/1320-odesskij-priportovyj-zavod> (дата звернення: 10.04.2025 р.).
10. Південний. Морський торговельний порт. URL: <https://www.port-yuzhny.com.ua/about> (дата звернення: 10.12.2024 р.).
11. Офіційний веб-сайт Теплодарської міської ради. URL: <https://trada.gov.ua/> (дата звернення: 10.12.2024 р.).
12. Одещина нарешті може отримати надійне джерело електропостачання. URL: <https://www.golos.com.ua/article/361631> (дата звернення: 10.12.2024 р.).
13. Біляївська міська територіальна громада. URL: <https://bilyaivka.od.gov.ua/wp-content/uploads/Bilyayivska-Profil-gromady.pdf> (дата звернення: 10.12.2024 р.).
14. Аудиторський звіт за результатами державного фінансового аудиту бюджету Біляївської міської об'єднаної територіальної громади Одеської області за період з 01.01.2016 по 31.08.2019. URL: https://dasu.gov.ua/attachments/audit-reports/2019/67fb8460-41bf-4a6f-800c-3353c419c98c_document.pdf (дата звернення: 10.12.2024 р.).
15. Чугай А.В., Сафранов Т.А. Методи оцінки техногенного впливу на довкілля. Навчальний посібник. Одеса: Букаєв Вадим Вікторович, 2021. 118 с.
16. Радевич Т.В., Ночовна Ю.О., Самбурська Н.І. Моделювання інтегрального показника загального рівня екологічної безпеки підприємства. *Економічний аналіз*. 2017. Т. 27. № 2. С. 182 – 191.
17. Хлобистов Є.В., Жарова Л.В., Кобзар О.М. Екологічна безпека стратегічного потенціалу динаміки розвитку продуктивних сил регіонів України. *Механізм регулювання економіки*. 2008. № 3. Т. 2. С. 206 – 214.

18. Теліженко О.М., Древаль О.Ю., Павленко О.О., Хлобистов Є.В., Жарова Л.В. Визначення інтегральних показників якості атмосферного повітря на основі розрахунку приведеного навантаження на комплекс реципієнтів для окремих квадратів сітки ЕМЕР. *Вісник СумДУ. Серія: Економіка*. 2008. № 1. С. 58 – 67.
19. Замула І.В., Давидова І.В., Кірейцева Г.В., Корбут М.Б., Травін В.В. Стратегія сталого розвитку: еколого-економічний аспект. Навч. посібник. Житомир: ЖДТУ, 2017. 200 с.
20. Сталий розвиток регіонів України. URL: http://nung.edu.ua/files/attachments/stalyy_rozvytok_regioniv_ukrayiny.pdf (дата звернення: 07.06.2020).
21. Департамент екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації. URL: <https://ecology.od.gov.ua/zvity/> (дата звернення: 10.04.2025).
22. Чугай А.В., Донцов М.Ю., Кошелєв В.Д. Оцінка екологічної безпеки міст Одеської промислово-міської агломерації. *Тези Міжнародної науково-практичної конференції «Трансформаційні підходи до сталого розвитку: екологічна освіта, наука та природоохоронні практики для відбудови України»*. Житомир: Житомирська політехніка, 2025. С. 15 – 16.
23. Чугай А.В., Донцов М.Ю. Оцінка стану повітряного басейну Одеської промислово-міської агломерації за окремими індикаторами сталого розвитку. *Проблеми екології та енергозбереження: матеріали XVI Міжнародної науково-технічної конференції*. Миколаїв: НУК, 2025. С. 253 – 255.

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА**

1. Чугай А.В., Донцов М.Ю., Кошелєв В.Д. Оцінка екологічної безпеки міст Одеської промислово-міської агломерації. *Тези Міжнародної науково-практичної конференції «Трансформаційні підходи до сталого розвитку: екологічна освіта, наука та природоохоронні практики для відбудови України»*. Житомир: Житомирська політехніка, 2025. С. 15 – 16.
2. Чугай А.В., Донцов М.Ю. Оцінка стану повітряного басейну Одеської промислово-міської агломерації за окремими індикаторами сталого розвитку. *Проблеми екології та енергозбереження: матеріали XVI Міжнародної науково-технічної конференції*. Миколаїв: НУК, 2025. С. 253 – 255.