

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Факультет інформаційних технологій
(факультет)

Кафедра системного аналізу та управління
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

Студента Холодова Михайла Михайловича

академічної групи 124-20-1

спеціальності 124 Системний аналіз

на тему: «Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря в Україні»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	Інституційною	
кваліфікаційної роботи	<i>к.ф.-м.н., проф. Ус С.А</i>			
розділів:				
Інформаційно- аналітичний	<i>к.ф.-м.н., проф.</i>			
Спеціальний розділ	<i>Ус С.А</i>			
Рецензент				
Нормоконтролер	<i>к.ф.-м.н., доц. Хом'як Т.В.</i>			

Дніпро
2024

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
Системного аналізу та управління
(повна назва)

_____ к.т.н., доц. Желдак Т.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра

студенту Холодову М. М. академічної групи 124- 20-1
спеціальності: 124 Системний аналіз

на тему «Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря в Україні»
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка»
від 18.05.2022 р. №268-с

Розділ	Зміст	Терміни виконання
1. Інформаційно-аналітичний розділ	<i>Проаналізувати структуру об'єкта дослідження. Визначити предметну область дослідження та проблему, що розв'язується. Сформулювати ряд актуальних завдань.</i>	
2. Спеціальний розділ	<i>Визначити актуальний стан предметної області. Описати методологію дослідження. Провести розв'язання поставленої задачі. Порівняти отримані результати.</i>	

Завдання видано _____ проф. Ус С.А..
(підпис) (прізвище, ініціали)

Дата видачі:

Дата подання до екзаменаційної комісії: _____

Прийнято до виконання _____ Холодов М. М.
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 62 с., 11 рис., 1 табл., 6 додатків, 39 джерел.

Об'єктом дослідження в роботі є процес забруднення атмосферного повітря речовинами у поєднанні з процесами захворюваності населення Дніпропетровської області.

Предметом дослідження є викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря та їх вплив на захворюваність населення.

Метою даної кваліфікаційної роботи є визначення ступеня і форми залежності викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря на захворюваність населення і порівняння отриманих результатів.

Методи дослідження: системний аналіз предметної області, синтез тверджень, порівняння, статистичні методи дослідження у вигляді кореляційно-регресійного аналізу.

В *інформаційно–аналітичному розділі* наведено аналіз об'єкту дослідження та ключових проблем на ньому. Здійснено постановку задачі дослідження.

У *спеціальному розділі* здійснено аналіз актуального стану предметної області, опис методології дослідження, побудовано моделі досліджуваних залежностей і здійснено порівняння отриманих результатів.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що наявні результати дослідження можуть бути використані при формулюванні політики захисту навколишнього середовища на різних рівнях управління.

Ключові слова: ЗАБРУДНЕННЯ, ЗАХВОРЮВАНІСТЬ, КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ, ПОРІВНЯННЯ, СТАЛИЙ РОЗВИТОК.

ABSTRACT

Explanatory note: 62 p., 11 fig., 1 tabl., 6 applications, 39 sources.

The object of research in the work is the process of atmospheric air pollution by substances in combination with the processes of morbidity of the population of Dnipropetrovsk region.

The subject of the research is emissions of pollutants into the atmospheric air and their impact on the morbidity of the population.

The purpose of this qualification work is to determine the degree and form of the dependence of emissions of pollutants into the atmospheric air on the morbidity of the population and to compare the obtained results.

Research methods: systematic analysis of the subject area, synthesis of statements, comparison, statistical research methods in the form of correlation-regression analysis.

The informational and analytical section provides an analysis of the research object and its key problems. The research task has been formulated.

In a special section, an analysis of the current state of the subject area, a description of the research methodology, models of the investigated dependencies were built, and a comparison of the obtained results was carried out.

The practical value of the obtained results lies in the fact that the available research results can be used in the formulation of the environmental protection policy at different levels of management.

Keywords: POLLUTION, DISEASE, CORRELATION-REGRESSION ANALYSIS, COMPARISON, SUSTAINABLE DEVELOPMENT.

Зміст

Вступ.....	6
Розділ 1 Інформаційно-аналітичний	8
1.1 Актуальність	8
1.2 Сталий розвиток	9
1.3 Соціально-економічні системи, задачі дослідження	10
1.4 Аналіз методів. Вплив різних видів забруднення на захворюваність	12
1.5 Актуальні задачі	20
Висновки	21
Розділ 2 Спеціальний	23
2.2 Опис методології дослідження	32
2.3 Результати розрахунків.....	37
Висновки	41
Висновок	43
Список використаних джерел	44
Додаток А.....	49
Додаток Б.	50
Додаток В.....	51
Додаток Г.....	57
Додаток Д.....	60
Додаток Е.....	62

Вступ

Актуальність теми. Забруднення навколишнього середовища є серйозним питанням на даному етапі розвитку людства. Нарощування темпів виробництва призводить до збільшення викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря, що призводить до руйнування сталих процесів в екосистемах як глобальних, так і локальних. Насамперед, нехтування впровадженням сучасних очисних систем на виробництвах призводить до більших викидів забруднюючих речовин.

Дослідження даного питання дозволяє подивитись на ситуацію в цілому, і виділити різні аспекти системи одночасно. Моделі різного роду залежностей, які можна отримати при проведенні подібних досліджень у сфері екології і економіки, дозволяють ефективно здійснювати планування заходів щодо зменшення впливу викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Таким чином, проведення досліджень на аналіз забруднення атмосферного повітря дозволяє розробити ефективну політику, спрямовану на захист навколишнього середовища, чим і пояснюється актуальність даної теми.

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи є визначення впливу викидів різних забруднювачів у атмосферне повітря на захворюваність населення Дніпропетровської області і порівняння отриманих результатів.

Об'єкт дослідження. Процес забруднення атмосферного повітря речовинами у поєднанні з процесами захворюваності населення Дніпропетровської області.

Предмет дослідження. Визначення ступеня і форми залежності у вигляді деякого рівняння для опису впливу викидів забруднюючих речовин атмосферне повітря на захворюваність населення.

Методи дослідження. У роботі для визначення сили і форми залежності між викидами забруднюючих речовин у атмосферне повітря було проведено кореляційно-регресійний аналіз.

Практична цінність отриманих результатів полягає у використанні побудованих моделей для прогнозування і формулювання ефективної політики

зменшення впливу викидів забруднюючих речовин відносно кожної речовини окремо.

Розділ 1 Інформаційно-аналітичний

1.1 Актуальність

Збільшення об'єму виробництва сировини, компонентів і кінцевих товарів підприємствами призводить до збільшення викидів відходів виробництва у навколишнє середовище. Відходи виробництва, накопичуючись у атмосферному повітрі, ґрунті, водних ресурсах, негативно впливають на відповідні екосистеми. Цей вплив виявляється у зміні звичних умов життя для організмів – природних мешканців цих екосистем. Дана зміна позначається на їх фізіології, викликаючи різноманітні захворювання і, взагалі, погіршення стану здоров'я, що може, зокрема, привести до відчутного зменшення чисельності популяції [1, с. 23]. До того ж, викиди вуглекислого газу, як однієї із ключових складових парникових газів, призводить до підвищення середньорічної температури повітря. Таке підвищення температури, у свою чергу, сприяє таненню льодовиків і, відповідно, підвищенню рівня світового океану. Як підвищення температури повітря взагалі, так і підвищення рівня світового океану, як наслідок, може створити серйозну загрозу існуванню організмів із регіонів, що знаходяться у зоні ризику. На даний момент, питання щодо екологічної безпеки розглядається як одна із основних складових стратегічної безпеки світу в цілому. До того ж, і на державному рівні тема погіршення екологічної ситуації в Україні, зокрема забруднення атмосферного повітря, є одним із найважливіших напрямів проведення національної і регіональної політики у короткотривалій і довготривалій перспективах. Дане дослідження безпосередньо пов'язане з темою забруднення атмосферного повітря в Україні, так як у ньому оглядаються дані за останні декілька років, які обрані за основу для виконання розрахунку і прогнозу деяких залежностей. За підсумком виконаної роботи, буде проведено уточнення деяких аспектів процесів забруднення атмосферного повітря, що відбуваються у даний момент,

і будуть надані рекомендації відносно можливих заходів у різних сферах державної і регіональної політики, які, потенційно, можуть посприяти зменшенню викидів відходів у атмосферне повітря. Результати, отримані при проведенні даного дослідження, можуть бути використані у подальшому для уточнення і модернізації регіональних і національних програм покращення стану екологічного середовища на відповідних адміністративних рівнях.

1.2 Сталий розвиток

Для попередження потенційних проблем людства, викликаних швидким зростанням світової економіки, у 1980 – 1992 рр. ООН розробила стратегію сталого розвитку. Для усіх суб'єктів світової економіки дана стратегія формулює ряд глобальних цілей, досягнення яких у кооперації є найефективнішим способом виконання даної програми. Подібні соціальні, екологічні, економічні і т. і. орієнтири дозволять уникнути у майбутньому критичних ситуацій у всіх сферах політики. Серед глобальних екологічних цілей присутні такі, досягнення який безпосередньо пов'язано зі зменшенням викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря. До таких цілей відносяться: «Гарне здоров'я», «Відповідальне споживання та виробництво», «Боротьба зі зміною клімату», «Збереження екосистем суші». Згідно Указу Президента України «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» [2] було оголошено про підтримку резолюції Генеральної Асамблеї ООН від 25 вересня 2015 року №70/1 [3] шляхом забезпечення підтримки цілей сталого розвитку України на період до 2030 року. Серед цих цілей: «забезпечення здорового способу життя та сприяння благополуччю для всіх у будь-якому віці», «забезпечення відкритості, безпеки, життєстійкості й екологічної стійкості міст, інших населених пунктів», «вжиття невідкладних заходів щодо боротьби зі зміною клімату та її наслідками», «захист та відновлення екосистем суші та сприяння їх раціональному використанню, раціональне лісокористування, боротьба з опустелюванням, припинення і

повернення назад(розвертання) процесу деградації земель та зупинка процесу втрати біорізноманіття», «відповідальне споживання та виробництво». У грудні 2020 року Кабінет Міністрів України здійснив зміну у Регламенті, яким тепер встановлено, що необхідність досягнення цілей сталого розвитку тепер враховується у процесі формування і реалізації державної політики України [4]. Для реалізації цілі «Відповідальне споживання та виробництво», в якості одного із завдань, встановлено «12.4. Зменшити обсяг утворення відходів і збільшити обсяг їх переробки та повторного використання на основі інноваційних технологій та виробництв» [5, с. 83]. До того ж, на регіональному рівні Дніпропетровської області також оголошено про те, що активна роль регіону у якості суб'єкту сталого розвитку є стратегічним напрямком розвитку регіональної політики [6, с. 7]. У регіональній програмі завданням 12.4 із національної програми відповідають, зокрема, завдання зменшення кількості відходів, переробки відходів і впровадження природоохоронних інновацій. Таким чином, виходячи із вищеперерахованих заяв і програм, можна зробити висновок про те, що покращення екологічної ситуації на території України і Дніпропетровської області зокрема, є пріоритетним напрямком як державної, так і регіональної політики. Зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від усіх видів джерел є одним із ключових факторів досягнення встановлених цілей.

1.3 Соціально-економічні системи, задачі дослідження

Процес забруднення навколишнього середовища, зокрема атмосферного повітря, відходами виробництва являє собою прояв системи, що пов'язує конкретне підприємство з людьми – працівниками і людьми – споживачами кінцевих товарів цього виробництва. Взаємозв'язки в цій системі носять комплексний характер, тому доцільно розглянути їх окремі аспекти: економічний, екологічний та соціальний. З економічної точки зору, при виробництві товару накопичуються відходи, яких необхідно позбутися. Для

мінімізації впливу цих відходів на навколишнє середовище, підприємство може використовувати різні методи: встановлення та модернізація фільтрувальних систем, впровадження повторного циклу використання перероблених відходів у виробництві, впровадження нових методів виробництва товарів. Усі ці методи потребують витрат часу та фінансів. До того ж, фільтрувальні системи і системи переробки відходів потребують постійного догляду і ремонту. Тобто перед керівництвом виробництва постає питання найму нових працівників для обслуговування вказаних вузлів, і, можливо, для переходу на нові виробничі процеси. У свою чергу, така зміна може вплинути як на дохід працівників, так і на собівартість товарів. Останній фактор безпосередньо впливає на споживачів даних товарів, для яких вигода від зменшення впливу викидів на навколишнє середовище може бути неочевидною у короткотривалій перспективі. До того ж, забруднення атмосферного повітря також здійснюється й транспортом як особистим, так і цивільним. Для самих людей, які постійно пересуваються, використовуючи особистий транспорт, перехід на цивільний транспорт може бути не вигідною альтернативною через зменшення комфортності пересування і збільшення фінансових витрат на поїздки. Кращою альтернативою може стати перехід на особистий транспорт, що вказує менший вплив на навколишнє середовище, наприклад, автомобілі, що працюють на скрапленому газі, або електроавтомобілі. Звісно, така зміна потребує фінансових вкладень на початку для встановлення належного газового обладнання або покупки автомобіля. Однак, виходячи із цін на скраплений газ і електроенергію, в перерахунку на витрати на поїздку фіксованої довжини, таке придбання може бути дуже вигідним у довготривалій перспективі у порівнянні з транспортом на бензиновому і дизельному пальному. Екологічний аспект полягає у порушенні природньо утворених зв'язків і балансу організмів у локальній екосистемі. Це може вплинути на інші локальні галузі економіки, такі як тваринництво, бджільництво, сільське господарство, що може призвести до погіршення якості продукції або порушенню процесів виробництва у цих галузях, і призвести до погіршення умов проживання суспільства на даній території як наслідок.

Соціальна складова виражається у збільшенні захворюваності місцевого населення, як наслідок викидів у навколишнє середовище забруднюючих викидів. Серед представників цього населення є і ті, хто працює на підприємстві – забруднювачі, і ті, хто є споживач продукції цього підприємства. Таким чином, працівники частково або повністю позбудуться можливості виконувати свої професійні обов'язки, а споживачі даної продукції можуть відмовитися від неї через стан здоров'я. До того ж, у довготривалій перспективі, забруднення може негативно вплинути на стан здоров'я нащадків цього населення.

1.4 Аналіз методів. Вплив різних видів забруднення на захворюваність

На даний момент існує дуже велике різноманіття методів оцінки впливу забруднення різних областей навколишнього середовища на здоров'я населення.

У роботі [7] проводиться оцінка ризику загрози здоров'ю населення спричинена використанням забруднених нафтопродуктами питних вод із шахтних колодязів. Автори використовували дані аналізу зразків, отриманих при відборі вод з р. Сів. Донець в межах Балакліївського, Чугуївського та Ізюмського районів Харківської області у 2015 році. Розмір вибірки даних – 19. Автори використовували методику RAIS (US-EPA). Сутність методики полягає у визначенні коефіцієнта небезпеки – кількісного показника ризику виникнення хронічних ефектів. Розрахунок коефіцієнта небезпеки проводився окремо для дітей і дорослих, за умови тривалого впливу хімічної речовини. До того ж, автори врахували різні шляхи надходження нафтопродуктів в організм людини: пероральний, дермальний, інгаляційний. В результаті, було встановлено, що дермальний шлях надходження нафтопродуктів до організму викликає найбільші значення коефіцієнта небезпеки як для дітей, так і для дорослих. Для дітей, значення коефіцієнта небезпеки при надходженні нафтопродуктів інгаляційним і пероральним шляхом знаходяться майже на одному рівні і, в

деяких пунктах відбору проб, майже вдвічі менші за значення коефіцієнта небезпеки при дермальному шляху надходження нафтопродуктів. Для дорослого населення ситуації інша, оскільки значення коефіцієнтів не мають такої суттєвої різниці між собою, хоча і знаходяться на різних рівнях. Автор даного дослідження прийшов до висновку, що найбільш чутливими до забруднювача є діти. До того ж, найвищий рівень ризику виникнення хронічних ефектів спостерігається в с. Андріївка Балакліївського району і в с. Стара Гнилиця Чугуївського району.

Автори роботи [8] проводять дослідження впливу забруднення атмосферного повітря на стан здоров'я населення. Дослідження умовно можна поділити на дві частини: оцінка впливу стан забруднення атмосферного повітря як комплексного інтегрального показника, що включає викиди шкідливих речовин від стаціонарних та пересувних джерел та кількість проб забруднюючих речовин, що перевищує ГДК (пил і сажа, сірчистий газ, сірководень, окис вуглецю, сірковуглець, окиси азоту, аміак, фенол і його похідні, на стан здоров'я населення як комплексного інтегрального показника, що включає кількість народжених, кількість померлих, кількість потерпілих від виробничого травматизму, кількість загиблих від виробничого травматизму, захворювання на туберкульоз, кількість відвідувань за зміну амбулаторно-поліклінічних закладів, і друга частина – визначення залежності захворюваності населення на туберкульоз від викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря стаціонарними джерелами і автотранспортом. Дані, використані у роботі, відносяться до всієї України. Методика першої частини дослідження полягає у визначенні питомих показників забруднення за середніми значеннями даних на період з 2006 по 2011 рр. з подальшим інтегруванням отриманих показників у один комплексний за такою формулою: $C = \sum (C_i / \sum C_i) / n_i$, тут C_i – абсолютний рівень i -ого показника фактору в регіоні, $\sum C_i$ — загальний підсумок i -го показника фактору в цілому по регіону, $\sum (C_i / \sum C_i)$ — сума питомих показників фактору в регіоні, n_i — кількість питомих показників. Для

цих комплексних показників було побудовано паралельний ряд для забруднення і стану здоров'я, і визначено сукупний коефіцієнт кореляції, який становив $R = 0,966$. Як підсумок даної роботи, автор робить висновок, що сім регіонів перевищують стан забруднення атмосфери проти умовного середнього державного рівня (4,0 %) і створюють небезпеку здоров'ю. При цьому підприємства трьох областей — Луганської, Дніпропетровської та Донецької — викидають в атмосферу шкідливих речовин у 2—5 разів більше проти середнього, створюючи високу небезпеку розвитку захворювань легень та епідемій різних видів. Для другої частини дослідження було визначено питомі показники викидів забруднюючих речовин і захворюваності населення. Після чого було проведено дисперсійний аналіз, для визначення ступені впливу забруднення на захворюваність. Ступінь впливу склала 88,6 %. Далі автори провели кореляційно-регресійний аналіз для визначення сили зв'язку і форми між забрудненням атмосферного повітря і захворюваністю на туберкульоз. В результаті, сукупний коефіцієнт кореляції склав 0,941, а рівняння регресії описувало пряму лінію: $Z_t = 0,147V_c + 0,606V_t + 0,988$, тут Z_t – захворюваність на туберкульоз, V_c – викиди від стаціонарних джерел, V_t – викиди від автотранспорту. Оскільки коефіцієнт при V_t більше ніж коефіцієнт при V_c , то вплив викидів забруднюючих речовин від автотранспорту на захворюваність населення туберкульозом є більшим ніж вплив стаціонарних джерел. Позитивні відхилення свідчать про перевищення фактичного стану захворюваності над можливим і більш високу небезпеку стану здоров'ю населення, ніж очіувалося. Ризиковий стан спостерігається в АР Крим та у Львівській, Херсонській і Рівненській областях. Особливо високим цей ризик є у Рівненській області, де перевищення можливих рівнів захворюваності становить 56,1 %. Серед переваг методики комплексної інтегральної оцінки впливу забруднення на стан здоров'я населення можна виділити можливість визначення залежності одночасно враховуючи усі фактори, тобто визначення взаємної залежності факторів на деякий процес. Це є важливим нюансом при дослідженні процесів забруднення, оскільки викиди забруднювачів, зазвичай, являють собою суміші

різних речовин, які здійснюють вплив на навколишнє середовище як поодинці, так і разом. До того ж, така методика дозволяє порівнювати показники, що мають різні одиниці виміру та абсолютну розмірність. Однак, одним важливим недоліком цієї методики є відсутність врахування ступеня впливу окремо кожного показника на комплексну інтегральну оцінку.

Дослідження [9] за мету ставить аналіз та оцінку стану атмосферного повітря у м. Харків за період 2010 – 2015 рр. на основі даних щорічних спостережень за забрудненням повітряного басейну. В якості вихідних даних дослідження використовувалися матеріали Департаменту екології та природних ресурсів Харківської обласної Державної адміністрації - Доповіді про стан навколишнього природного середовища Харківської області, Екологічні паспорту Харківської області за 2012 – 2015 роки. У цій роботі, для визначення ступеня забруднення атмосферного повітря було використано індекс забруднення атмосфери I_i (ІЗА) та комплексний індекс забруднення атмосфери I_n (КІЗА). ІЗА розраховувався за такою формулою: $I_i = \left(\frac{\bar{q}_i}{\text{ГДК}_{\text{с.д.}}} \right)^{c_i}$, тут c_i – константа, яка має значення залежно від класу небезпеки речовини: 1кл. – 1,7; 2кл. – 1,3; 3кл. – 1,0; 4кл. – 0,9. Ця константа дозволяє привести ступінь шкідливості i -тої речовини до ступеню шкідливості діоксиду сірки, \bar{q}_i – осереднена за часом (місяць або рік), розрахована для міста концентрація i -тої домішки, мг/м³, $\text{ГДК}_{\text{с.д.}}$ – середньодобова граничнодопустима концентрація, мг/м³. ІЗА використовується для характеристики вкладу окремих домішок в загальний рівень забруднення і для порівняння ступеня забруднення атмосфери різними речовинами. Комплексний індекс забруднення розраховується як: $I_n = \sum_{i=1}^n I_i$, тут n – кількість речовин, за якими розраховується індекс забруднення. У даній роботі було розраховано два індекси: I_5 , який враховував вклад домішок формальдегіду, пилу, двоокису азоту, фенолу (сажа), оксиду вуглецю, і I_9 , який додатково до попередніх домішок враховував ще й вклад аміаку, оксиду азоту, сажі, діоксиду сірки. У роботі було також здійснено

порівняння значень індексів забруднення по різних районах Харкова. Серед висновків автор приводить твердження: на період 2010 – 2013 рр. рівень забруднення міста зменшувався, а у 2013 – 2015 рр. – навпаки, збільшувався; основними забруднювачами атмосфери міста (понад 70% вкладу) є формальдегід, вуглецю оксид, діоксид азоту, пил, фенол; індекс забруднення повітря для діоксиду сірки протягом 2010 – 2015 рр. був найменшим серед інших забруднювачів; якість атмосферного повітря в місті за шкалою індексів забруднення відповідає оцінці «слабко забруднений» (КІЗА = 3,39 – 4,91).

Автори роботи [10] встановили канцерогенний ризик для здоров'я населення внаслідок забруднення атмосферного повітря викидами формальдегіду у місті з великим промисловим комплексом на прикладі м. Запоріжжя. Дані для аналізу були отримані шляхом заміру концентрації формальдегіду у зразках, відібраних у двох районах міста (Заводський та Вознесенівський), на декількох вулицях. Автори розраховували індивідуальний і популяційний канцерогенний ризику (на все населення і на 10 000 населення) для здоров'я населення при гострому і хронічному впливі за методикою оцінки ризику для здоров'я населення (Human Health Risk Assessment), розроблену та рекомендовану Агентством США з охорони довкілля. В результаті проведених розрахунків, встановлено, що значення індивідуального канцерогенного ризику для здоров'я населення свідчить про середній рівень ризику при гострому та хронічному впливах. Популяційний канцерогенний ризик при гострому впливі складає в середньому у Вознесенівському районі – 21,82 на все населення, в Заводському районі – 11,83 додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на популяцію, яка підпадає під дію концентрації речовини, а популяційний канцерогенний ризик при хронічному впливі – 12,13 і 6,58 відповідно. Автори стверджують, що, при подібному рівні ризику, місто потребує проведення та розробки планових оздоровчих заходів.

У дослідженні [11] автори намагалися визначити кореляційний ранговий зв'язок між показниками захворюваності і поширеності хвороб серед дітей України у 2015 році та обсягами викидів забруднювачів в атмосферу від стаціонарних та пересувних джерел забруднення на одну особу залежно від області проживання. У цій роботі використовувались дані Центру медичної статистики МОЗ України і Державної служби статистики України. Методологія даного дослідження полягає у встановлення лінійної залежності та визначення рангової кореляції і можливого зв'язку між обсягами викидів забруднювачів в атмосферне повітря від стаціонарних та пересувних джерел забруднення та рівнями захворюваності й поширеності хвороб серед дітей з різних регіонів України застосовано ранговий коефіцієнт кореляції Спірмена (r_s) (Spearman's rank correlation coefficient) та оціночну шкалу Чеддока, і визначенні кластерної оцінки областей України відповідно до рівнів захворюваності дитячого населення. Ця оцінка здійснена за методом К-середніх через співвіднесення рівнів показників захворюваності дитячого населення до загальнодержавного значення відповідних показників та, відповідно, до обсягів викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря на одну особу. Результати дослідження включають: найтісніший прямий зв'язок помітної сили спостерігався між обсягами викидів і показниками захворюваності й поширеності хвороб органів дихання у дітей віком 0–17 років (коефіцієнт рангової кореляції становив відповідно $r_s=0,578$ і $r_s=0,618$), де кореляція досягала статистичної значущості ($p<0,01$), при цьому, найтісніший зв'язок між зазначеними параметрами спостерігався в підлітковому віці; встановлено тісний прямий зв'язок помітної сили між обсягами викидів і показником поширеності бронхіальної астми в дітей віком 0–17 років (коефіцієнт рангової кореляції — $r_s=0,471$, а кореляція досягала статистичної значущості ($p<0,05$); між обсягами викидів та показником захворюваності на бронхіальну астму в дітей віком 0–17 років відмічено прямий зв'язок помірної сили ($r_s=0,258$), а кореляція не досягала статистичної значущості ($p<0,05$); найбільший вплив обсягів викидів забруднювачів на поширеність бронхіальної астми, як і у

випадку з хворобами органів дихання, спостерігався у підлітковому віці, що свідчить про те, що тривалий у часі вплив забруднювачів повітря на респіраторний тракт дитини потенціює в ньому процес хронічного алергічного запалення і збільшує загальний контингент таких хворих; цікавим фактом було встановлення прямого зв'язку помітної сили між обсягами викидів забруднювачів у повітря та захворюваністю й поширеністю цукрового діабету серед дітей віком 0–17 років, коли коефіцієнт кореляції відповідно становив $r_s=0,395$ і $r_s=0,525$, що вказувало на досягнення кореляцією статистичної значущості ($p<0,05$ і $p<0,01$ відповідно). Також, згідно результатів кластеризації областей за показниками забруднення і захворюваності, сім областей (Київська, Івано-Франківська, Черкаська, Дніпропетровська, Запорізька, Житомирська, Харківська) та м. Київ відносяться до групи з високим рівнем захворюваності дітей на бронхіальну астму, і шість областей (Дніпропетровська, Донецька, Івано-Франківська, Запорізька, Вінницька, Київська) належать до групи, де обсяги викидів забруднювачів від стаціонарних та пересувних джерел в атмосферне повітря в розрахунку на одну особу перевищують загальнодержавний показник.

Наявна також робота з регресійними моделями поліноміального характеру [12]. У даному дослідженні автори поставили за мету установити трендові моделі викидів шкідливих речовин в атмосферу м. Рівне та виявити взаємозв'язок між обсягами викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та захворюваністю населення. Автори досліджували трендові моделі для динаміки викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних, пересувних джерел та їх сукупності. В результаті, було обрано моделі, що мають вигляд поліноміальної кривої 5-го ступеня. Усі моделі мають $R > 0,65$. Також було проведено кореляційно-регресійний аналіз залежності захворювання від сумарного обсягу викидів шкідливих речовин усіма джерелами. Встановлено високий ступінь зв'язку ($R > 0,7$) для таких хвороб: ендокринної системи; розладів психіки і поведінки; інфаркт міокарда;

ускладнення вагітності, пологів і післяпологового періоду; крові і кровотворних органів.

Робота [13] присвячена з'ясуванню ролі атмосферного забруднення в онкологічній захворюваності населення Сумської області. Автори розбили Сумську область по районах на групи за рівнем захворюваності населення на онкологічні хвороби. До першої групи були віднесені райони з відносно кращою ситуацією, у яких онкологічна захворюваність знаходилась у межах до 350 випадків на 100 тис. населення. У цю групу потрапило 7 районів. До другої групи ввійшли 7 районів, показники яких були близькі до середньообласного і знаходились у межах 350-400 хворих на 100 тис. населення. Третю групу склали 4 найбільш неблагополучні райони, та м. Суми, які є лідерами за захворюваністю цією нозологією. Також було здійснено розрахунок середнього річного об'єму викидів в атмосферне повітря на території Сумської області по районах. В результаті, було зафіксовано, що Роменський район посідає третє місце як за захворюваністю на онкологічні захворювання, так і за щільністю викидів забруднювачів у атмосферу на 1 км². Хоча найвищий показник захворюваності має Буринський район, а Охтирський район – лідер за забрудненням. Однак, м. Суми показує найвищі показники по обом оцінкам. Після цього, автори виконали дослідження зв'язку між забрудненням атмосфери і захворюваністю на онкологію за допомогою парної і множинної кореляції. Таким чином було встановлено такі парні зв'язки: зв'язок між онкологічною захворюваністю і валовим обсягом викидів забруднюючих речовин має силу $r = 0,46$, залежність між онкологічною захворюваністю населення і щільністю викидів - $r = 0,44$, зв'язок між онкозахворюваністю і об'ємом викидів від стаціонарних джерел забруднення повітря – $r = 0,4$, залежність між захворюваністю населення і об'ємом викидів від пересувних джерел – $r = 0,4$. Коефіцієнт множинної кореляції найбільш значним ($r = 0,52$) виявився при з'ясуванні залежності захворюваності населення від валового об'єму та щільності викидів. Для відображення графіка розсіювання було

побудовано поверхні, які апроксимують точки даних у трьохвимірному просторі, і являють собою згладжене відображення даних. Одна поверхня була отримана шляхом згладжування даних за допомогою метода найменших квадратів, інша – шляхом згладжування сплайнів. Відповідно до процедури згладжування методом зважених (щодо відстані) найменших квадратів, поверхня підганяється до координат XYZ таким чином, що вплив окремих точок зменшується зі збільшенням відстані по горизонталі від відповідних точок на поверхні. Для кожного значення змінної за шкалою X обчислюється поліноміальна регресія (другого ступеня) для визначення відповідного значення Y таким чином, що вплив окремих точок даних на регресію (тобто вага) знижується при збільшенні їх відстані від певного значення X. При виборі згладжування сплайнами поверхня підганяється до координат XYZ даних з використанням процедури згладжування бікубічними сплайнами. Криві будь-якої складності можуть бути описані послідовністю сегментів, визначених як поліноми. На практиці більшість реальних кривих можна точно наблизити послідовністю поліномів третього ступеня (кубічних). Щоб визначити криву для двовимірного набору даних (кореляцій, що включають дві змінні), сплайнова процедура вирішує кубічне рівняння в певному інтервалі навколо кожної точки. Подібні процедури згладжування даних дозволяють виявити приховану структуру геоекологічних даних і використати виявлену структуру для побудови кількісних моделей досліджуваного явища. У підсумку роботи, автори проходять до висновку, що рівень онкологічної захворюваності залежить від рівня забруднення атмосфери.

1.5 Актуальні задачі

Виходячи із аналізу факторів, явищ і розглянутих досліджень інших авторів із попередніх пунктів можна приблизно визначити ряд актуальних задач за темою «Аналіз та оцінка забруднення атмосферного повітря України». До таких задач можна віднести: задачі на дослідження впливу забруднення

атмосферного повітря на стан здоров'я населення; задачі прогнозування об'ємів викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря; задачі оптимізації виробництв підприємств з метою зменшення викидів забруднюючих речовин.

Дана робота буде цілком присвячена дослідженню впливу забруднення атмосферного повітря Дніпропетровської області на захворюваність населення цієї області. Під забрудненням в даній роботі розуміється об'єми викидів п'яти показників (оксид вуглецю, діоксид сірки, діоксид азоту, СТЧ, діоксид вуглецю). Захворюваність, в даній роботі, представляється числом людей, яких було покладено до лікарень з причини встановлення хвороби системи кровообігу І00-І99. Дані, які будуть використані при проведенні дослідження, відображають значення показників на період 2010 – 2021 рр. У цьому дослідженні проводиться комплексний аналіз впливу, тобто виконується розрахунок ступені впливу і форми впливу одних показників на інші.

Висновки

У даному розділі було встановлено актуальність даного дослідження і проведено аналіз предметної області як системи факторів, що підпорядковані тісному взаємозв'язку. Аналіз предметної області показує, що питання забруднення атмосферного повітря є нагальним як для міжнародної спільноти, так і для держави. Регіональна влада також приймає плани та заходи на сприяння зменшенню викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря. Аналіз соціально-економічної системи у контексті забруднення навколишнього середовища показує, що даний процес дуже тісно пов'язаний з багатьма іншими процесами даної системи. Аналіз різних аспектів даної системи дає змогу стверджувати про комплексність формулювання політики зменшення впливу викидів забруднюючих речовин на навколишнє середовище. Однак, слід зауважити наявність великого обсягу різного роду досліджень цієї предметної області, результати яких виражені через моделі залежностей і побудову прогнозів забруднення. Закономірності, які встановлюють ці дослідження,

полегшують формулювання політики у напрямку охорони навколишнього середовища на різних рівнях управління, і тим самим, дають змогу впроваджувати ефективні заходи у цьому напрямку. Виходячи із проведеного аналізу встановлено ряд актуальних задач у розглядуваній предметній області, і сформульовано задачу даного дослідження як задачу визначення впливу забруднення атмосферного повітря низькою речовин на захворюваність населення Дніпропетровської області.

Розділ 2 Спеціальний

2.1 Аналіз актуального стану забруднення і захворюваності

На даний момент наявні дані щодо забруднення атмосферного повітря України і Дніпропетровської області окремо. Вказана статистична інформація збирається головним і регіональними відділеннями установи Укрстат. Такі набори даних включають в себе як загальні показники викидів забруднюючих речовин від стаціонарних та пересувних джерел (взагалі і окремо), так і показники викидів окремих класів або речовин від стаціонарних джерел. Також наявна статистична інформація щодо щільності викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря. Щільність викидів розраховується на одиницю площі (квадратний кілометр) і на одну особу. Аналізуючи вказані набори даних за період 2010 – 2021 рр. по Україні, було встановлено, що за середніми (2010 – 2021 рр.) показниками викидів забруднюючих речовин стаціонарними та пересувними джерелами (взагалі і окремо) у атмосферне повітря Дніпропетровська область займає друге місце, а середній показник долі викидів області по Україні складає 16,7 % (стаціонарні і пересувні джерела – 18 %, стаціонарні джерела окремо – 24 %, пересувні джерела окремо – 8 %) (Рисунок 2.1 – 2.3).

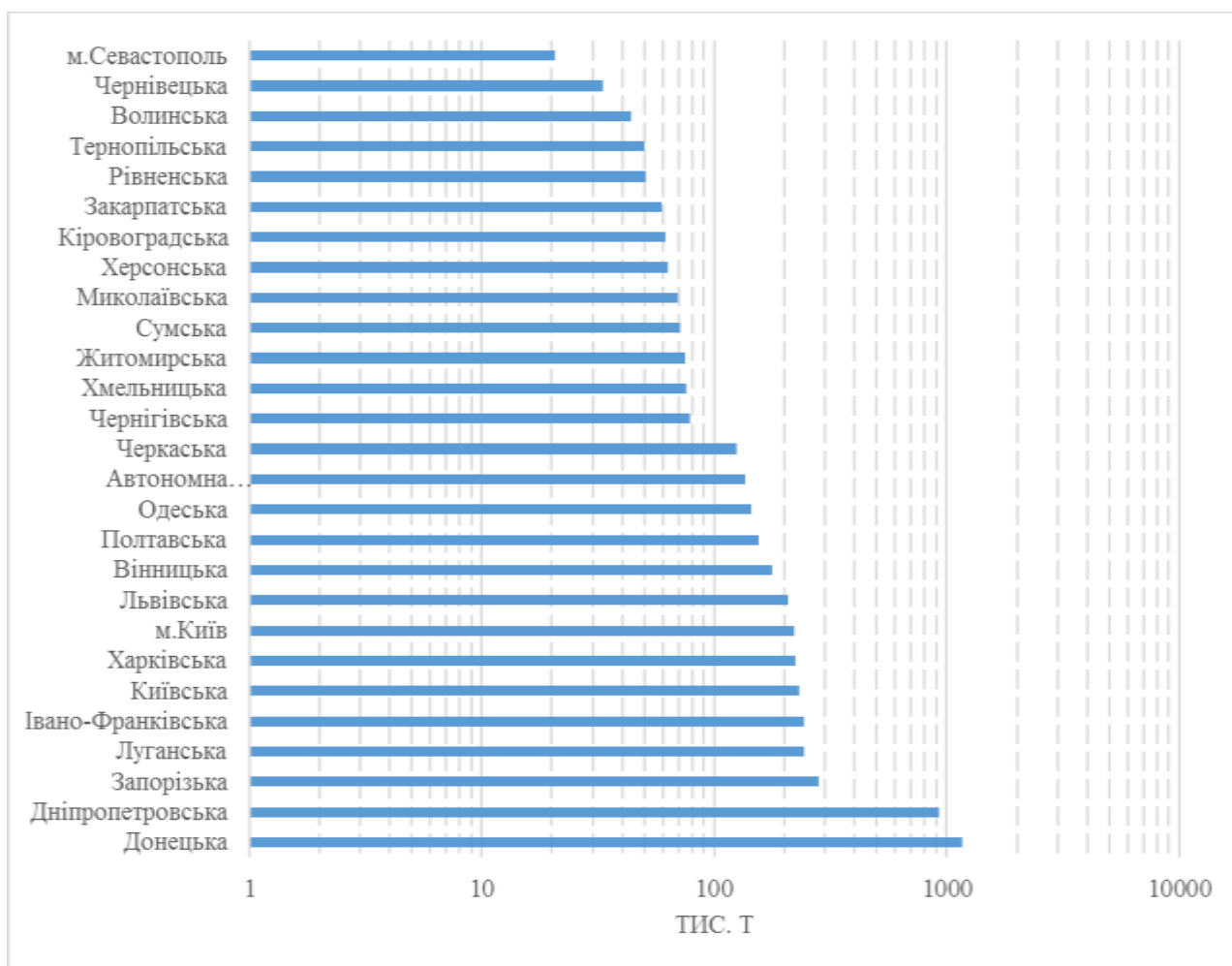


Рис. 2.1 Середні викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних та пересувних джерел забруднення за регіонами (Загальні)

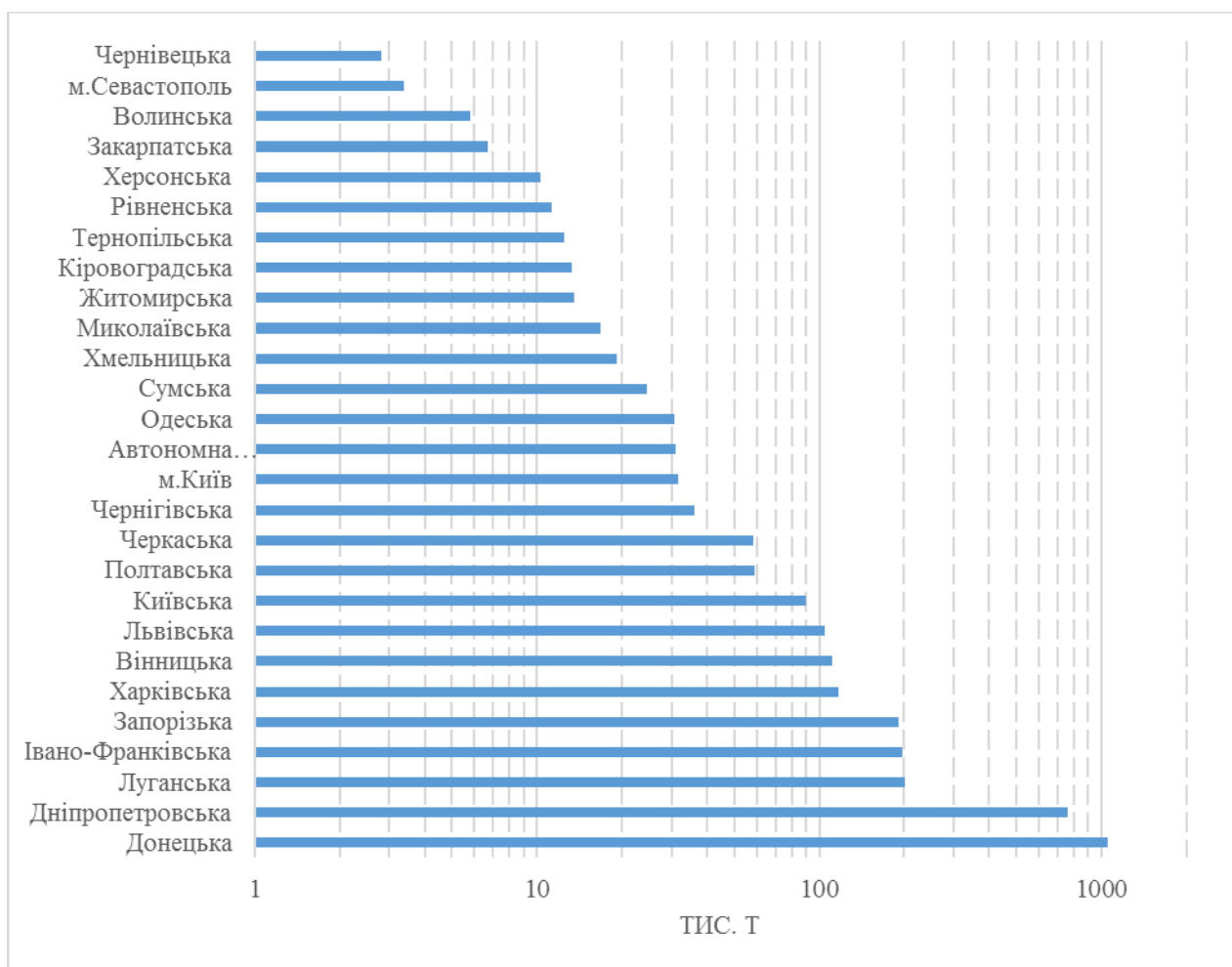


Рис. 2.2 Середні викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення за регіонами (Загальні)

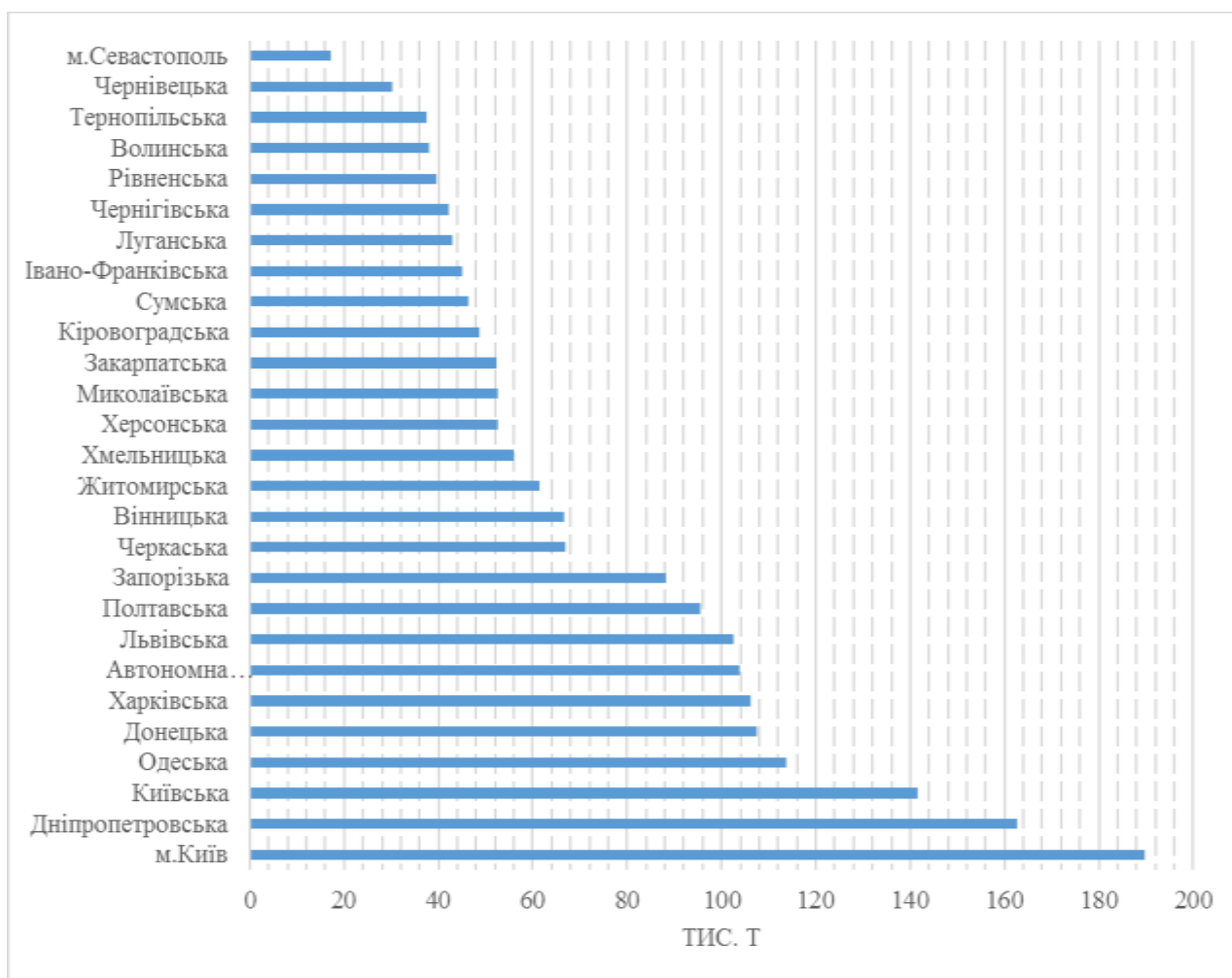


Рис. 2.3 Середні викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення за видами транспорту (Загальні)

Примітка: Дані для пересувних джерел починаючи з 2016 року включають лише забруднення автомобільним транспортом

Однак динаміка викидів за вказаними джерелами показує, що об'єми викидів у 2021 році зменшились відносно 2010 року на 35 – 40 % (стаціонарні і пересувні джерела – на 41 %, стаціонарні джерела окремо – на 42 %, пересувні джерела окремо – на 35 %) (Рисунок 2.4 – 2.6).

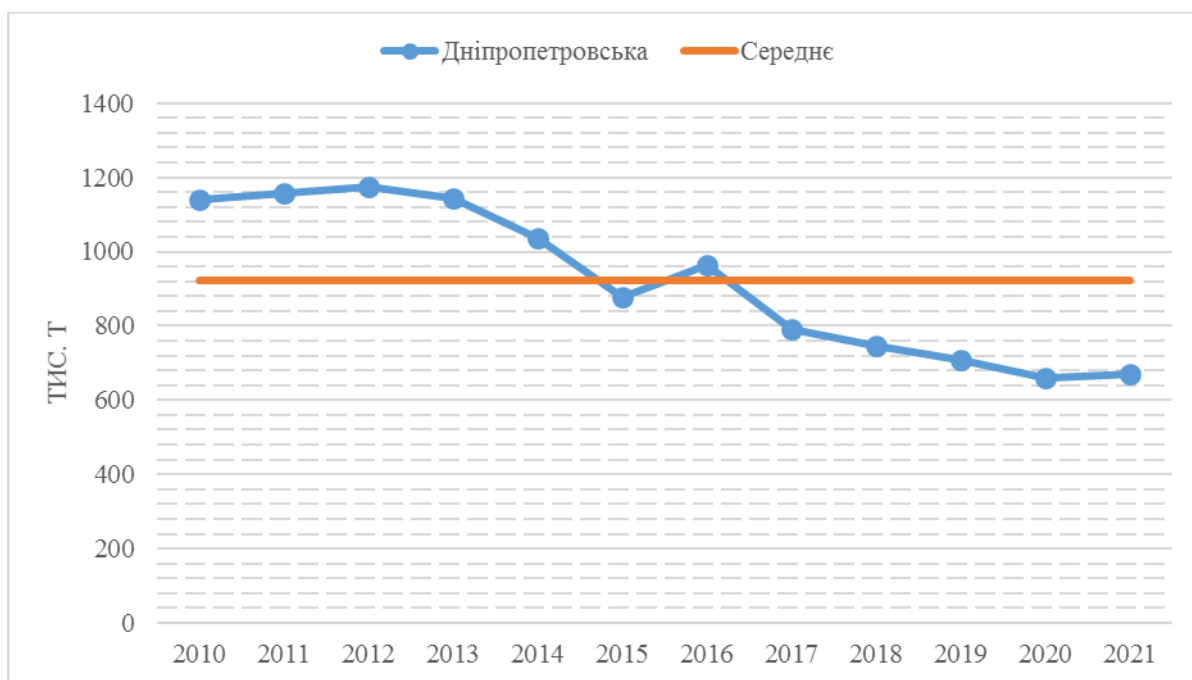


Рис. 2.4 Динаміка викидів забруднюючих речовин від стаціонарних і пересувних джерел у атмосферне повітря за період 2010-2021 рр. по Дніпропетровській області (Загальні)

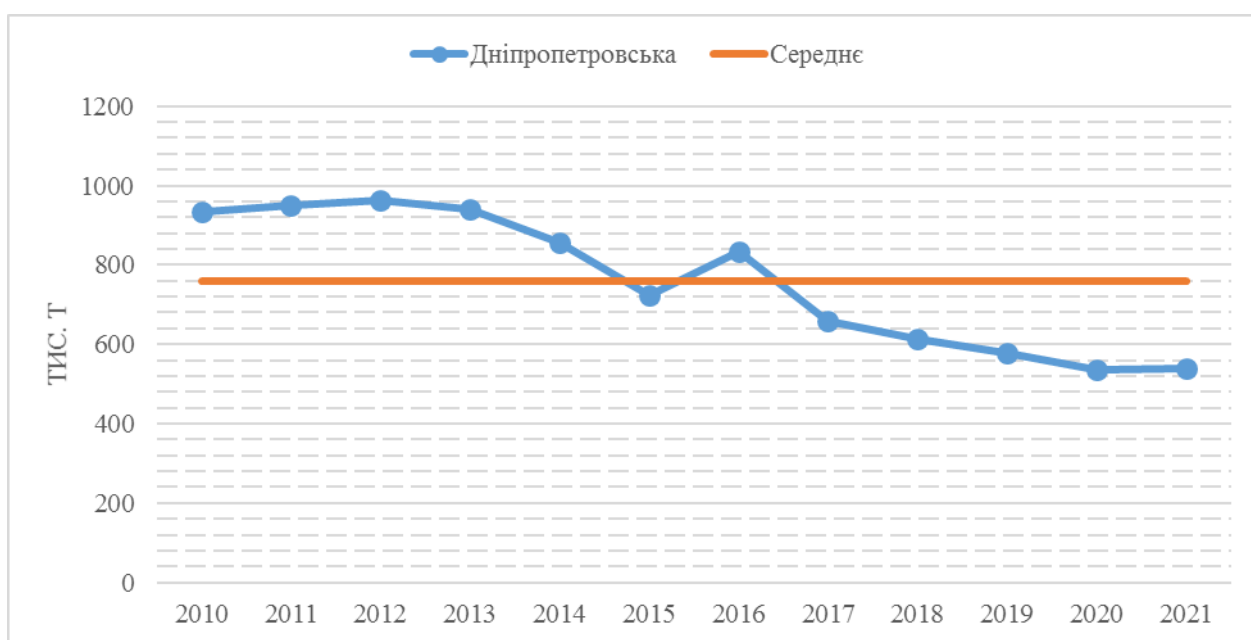


Рис. 2.5 Динаміка викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел у атмосферне повітря за період 2010-2021 рр. по Дніпропетровській області (Загальні)

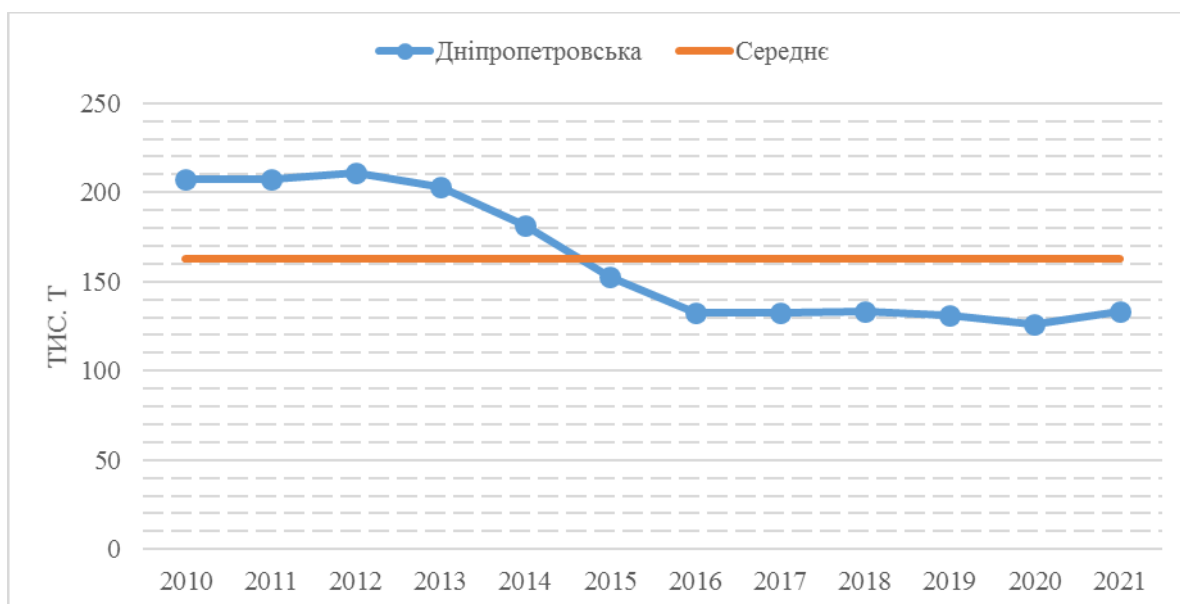


Рис. 2.6 Динаміка викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел у атмосферне повітря за період 2010-2021 рр. по Дніпропетровській області (Загальні)

Також було проведено аналіз викидів окремих забруднюючих речовин і їх класів у атмосферне повітря від стаціонарних джерел. Було розглянуто викиди оксиду вуглецю, діоксиду сірки, діоксиду азоту, речовин у вигляді суспендованих твердих частинок (далі – СТЧ), неметанових летких органічних сполук (далі – НМЛОС), діоксиду вуглецю (Додаток Б, Додаток В). У рейтингу середніх викидів (2010 – 2021 рр.) оксиду вуглецю Дніпропетровська область займає перше місце, за усіма іншими, окрім НМЛОС – друге місце. Лише у рейтингу за середніми викидами (2010 – 2021 рр.) НМЛОС Дніпропетровська область займає сьоме місце. Доля середніх викидів (2010 – 2021 рр.) Дніпропетровської області складає: оксиду вуглецю – 39 %, діоксиду сірки – 15 %, діоксиду азоту – 17 %, СТЧ – 23 %, НМЛОС – 4 %, діоксиду вуглецю – 19 %. Аналіз динаміки викидів вказаних речовин по Дніпропетровській області, показує поступове зменшення об’ємів викидів, хоча для деяких показників (викиди діоксиду сірки, діоксиду азоту, діоксиду вуглецю) наявні різкі «провали» у 2015 році і «стрибки» у 2016 році з подальшим помірним спаданням. Викиди вказаних речовин у 2021 році, у порівнянні з 2010 роком, зменшились: оксиду вуглецю – на 30 %, діоксиду сірки – на 76 %, діоксиду азоту – на 51 %, СТЧ – на 55 %, НМЛОС – на 43 %, і збільшились: діоксиду

вуглецю – на 18 %. Аналіз даних щільності викидів на одиницю площі і одну особу, показує, що Дніпропетровська область займає третє і друге місце за середньою щільністю викидів (2012 – 2021 рр.) на одиницю площі і одну особу відповідно. Аналіз динаміки щільності викидів дає змогу сказати, що відбувається поступове зменшення вказаного показника. У порівнянні з 2012 роком, у 2021 році показник щільності викидів на одиницю площі і одну особу зменшились на 44 % і на 40 % відповідно. Як підсумок аналізу даних по забрудненню, можна стверджувати, що останні роки відбувається зменшення об'ємів викидів забруднюючих речовин, хоча Дніпропетровська область продовжує займати перші місця у рейтингу середніх викидів.

Наявні, також, дані відносно захворюваності населення України на період 2010 – 2021 рр. Збір такої статистичної інформації виконує Міністерство Охорони Здоров'я України. Ці дані включають госпітальну захворюваність населення за класами хвороб (A00-T98), загальну захворюваність населення на активний туберкульоз (A15-A19), загальну захворюваність населення на злоякісні новоутворення (C00-C97). В результаті аналізу вказаних даних, було встановлено, що Дніпропетровська область займає перше місце за показником середньої кількості (2010 – 2021 рр.) виписаних хворих по 14 класам хвороб, ще по 3 – друге місце і третє місце по 1 класу хвороб. В середньому, після чисельності виписаних по всім захворюванням A00-T98, найбільше всього по Дніпропетровській області виписано людей із захворюванням системи кровообігу I00-I99 (Рисунок 1.7, Рисунок 1.8).

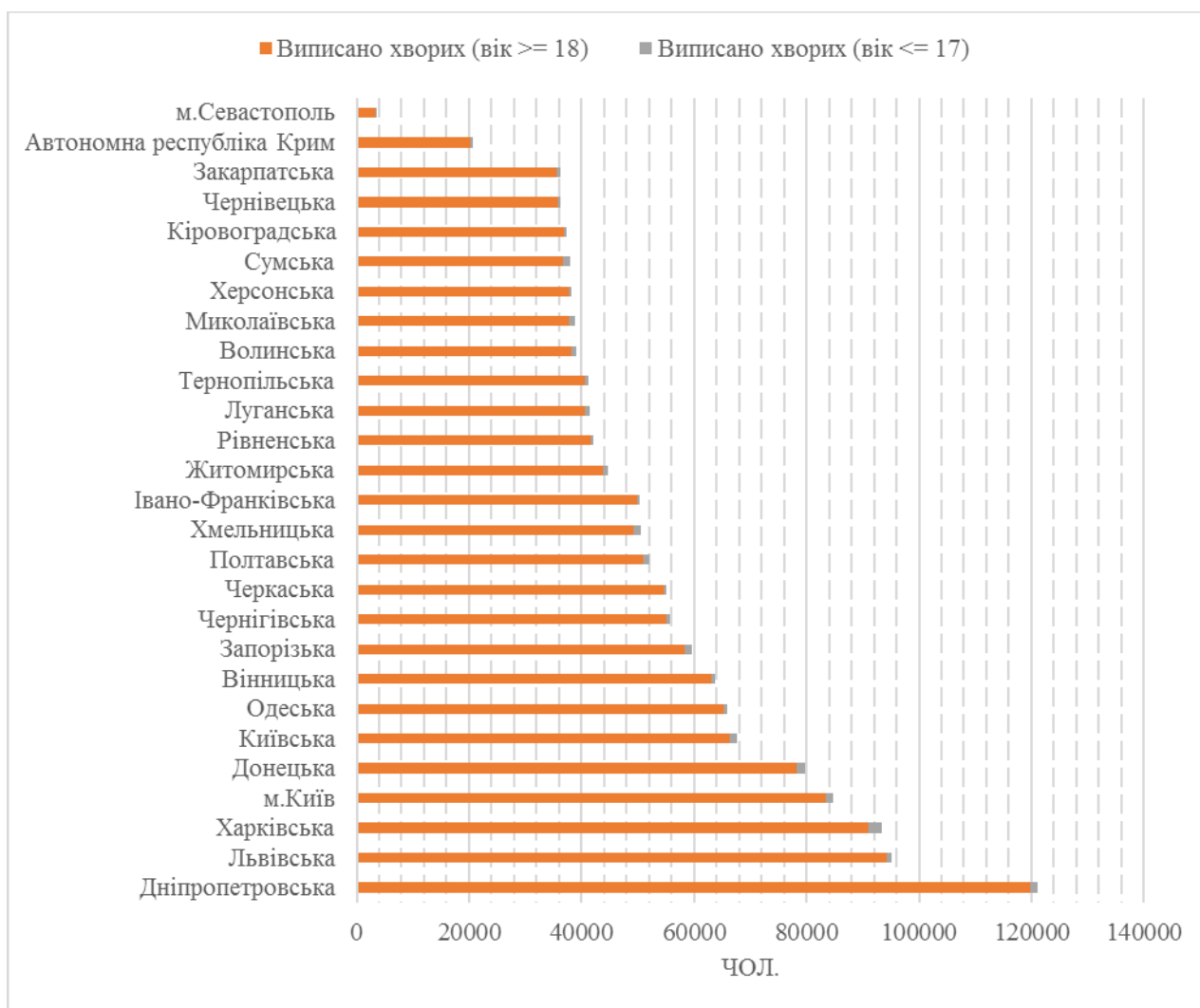


Рис. 2.7 Середня кількість виписаних хворих за період 2010-2021 рр. по областях (Хвороби системи кровообігу I00-I99)

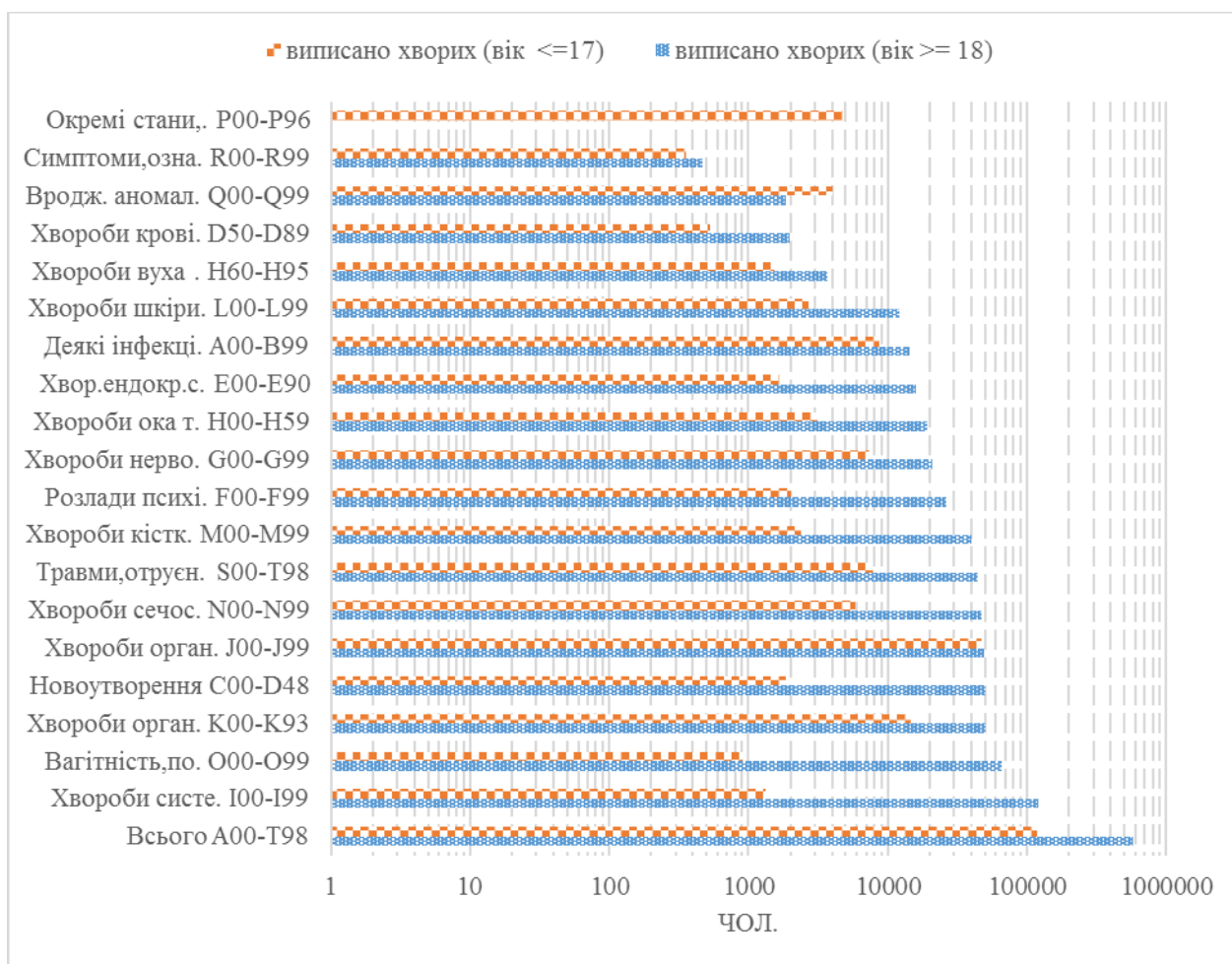


Рис. 2.8 Рейтинг середньої захворюваності по класам хвороб по Дніпропетровській області за період 2010-2021 рр.

Динаміка кількості виписаних хворих по Дніпропетровській області на період 2010 – 2021 рр. неоднорідна серед різних класів хвороб, однак, по більшості класів (Всього A00-T98, Деякі інфекційні та паразитарні хвороби A00-B99; Новоутворення C00-D48, в цілому тенденція слабка; Хвор. ендокр. сис. , розл. харч. , поруш. обміну речовин E00-E90, Розлади психіки та поведінки F00-F99, Хвороби нервової системи G00-G99, Хвороби ока та його додаткового апарату H00-H59, Хвороби вуха та соскового відростку H60-H95, Хвороби системи кровообігу I00-I99, Хвороби органів травлення K00-K93, Хвороби шкіри та підшкірної клітковини L00-L99, Травми, отруєння та деякі інші наслід. дії зовніш. причин S00-T98) спостерігається зменшення значення показника із помітним «падінням» у 2020 році, інша частина зазнає коливань без сталої довготривалої тенденції (Хвороби крові, кровотворних органів і

окремі поруш. з зал D50-D89 з падінням у 2020 році; Хвороби органів дихання J00-J99, Симптоми, ознаки та відх. від норми, що вияв. при лаб. та R00-R99). Також наявні класи хвороб, динаміка яких зазнає збільшення в цілому (Хвороби кістково-м'язової системи та сполучної тканини M00-M99 з падінням у 2020 році; Окремі стани, що виникають в перинатальному періоді P00-P96, в цілому тенденція слабка) і класи хвороб, у динаміці яких спостерігається помітне падіння у 2020 році, однак в цілому відсутня будь – яка тенденція (Хвороби сечостатевої системи N00-N99, Вродж. аномал. (вади розвитку), деформації і хром. поруш. Q00-Q99). Поступове зменшення показника спостерігається лише для класу «Вагітність, пологи та післяпологовий період O00-O99». Також Дніпропетровська область знаходиться на першому місці за показником середньої кількості виписаних хворих (2010 – 2021 рр.) на активний туберкульоз A15-A19 і злоякісні новоутворення C00-C97. Динаміка захворюваності на туберкульоз поступово знижується починаючи з 2010 року, що, однак, не можна сказати про динаміку захворюваності на злоякісні новоутворення, оскільки цей показник зазнає падіння у 2020 році з подальшим невеликим збільшенням у 2021 році, а, взагалі, даний показник не має сильно вираженої тенденції.

Отже, аналіз наявних даних щодо забруднення атмосферного повітря і захворюваності населення України дає суттєві підстави стверджувати, що за цими показниками у Дніпропетровській області наявна важка ситуація, хоча останні роки спостерігається зменшення значення більшості показників. Подібне становище екологічної і соціальної систем є погрозливим і для сусідніх областей, оскільки забруднення атмосферного повітря розноситься вітрами степової зони, а високі показники захворюваності можуть вплинути на економічну систему регіону.

2.2 Опис методології дослідження

Дослідження впливу забруднення атмосферного повітря на захворюваність населення буде проводитись за допомогою кореляційно-регресійного аналізу. Суть кореляційного аналізу полягає дослідженні існуючої залежності між випадковими величинами. Завдання кореляційного аналізу полягає у визначенні наявності істотного зв'язку між досліджуваними параметрами, і, при виявленні цього зв'язку, визначення його сили. Оскільки в даній роботі здійснюється пошук лінійної залежності між досліджуваними параметрами, то при кореляційному аналізі буде визначено коефіцієнт кореляції Пірсона за наступною формулою:

$$r_{xy} = \frac{cov(x, y)}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2.1)$$

де x, y – вхідна та вихідна змінні, σ_x, σ_y – їхні відповідні середні квадратичні відхилення, $cov(x, y)$ – коваріація (кореляційний момент) досліджуваних змінних. Коефіцієнт кореляції являє собою безрозмірну величину і його значення коливаються у інтервалі $[-1; 1]$. Якщо досліджувані змінні незалежні, то коефіцієнт кореляції дорівнює нулю. Якщо ж $r_{xy} \neq 0$, то між досліджуваними змінними наявний лінійний зв'язок. Якщо абсолютне значення коефіцієнта кореляції більше за 0,7, то між досліджуваними змінними наявна сильна залежність, а, якщо менше 0,3, то залежність – слабка. Знак коефіцієнта кореляції вказує на тип залежності: якщо r_{xy} – додатній, то між змінними існує пряма залежність, тобто зі збільшенням значення величини x збільшується середнє значення величини y , якщо ж, коефіцієнт кореляції від'ємний, то зі збільшенням значення величини x зменшується середнє значення величини y . Слід також зазначити, що при рівності абсолютного значення коефіцієнта кореляції одиниці, між досліджуваними змінними наявна лінійна функціональна залежність. Якщо абсолютне значення r_{xy} близьке до нуля, то між змінними відсутня лінійна залежність, однак між ними може існувати інший тип залежності. Також на цьому етапі необхідно перевірити, що

досліджувані дані виявляють статистичну залежність за допомогою наступного критерію:

$$|r_{xy}| \geq \frac{2}{\sqrt{M-3}} \quad (2.2)$$

де M – об'єм вибірки. Якщо дана умова виконується, то дані виявляють статистичну залежність. Кореляційний аналіз виконується на першому етапі кореляційно-регресійного аналізу – етапі специфікації.

Сутність парного регресійного аналізу полягає у визначенні форми функціональної залежності, в загальному сенсі, у вигляді рівняння:

$$y = f(x) + \varepsilon \quad (2.3)$$

де x, y – вхідна та вихідна змінні, $f(x)$ – невідома функція, ε – випадкова складова, яка описує вплив факторів, які не включено у модель. Основним завданням даного аналізу є визначення конкретного вигляду функції $f(x)$. В даній роботі буде виконуватись дослідження на наявність лінійної залежності між досліджуваними змінними у такому вигляді:

$$y = a + bx + \varepsilon \quad (2.4)$$

де a, b – невідомі параметри (коефіцієнти регресії), ε – випадкова помилка. Оскільки, коефіцієнти регресії описують залежність для генеральної сукупності, то в даній роботі будуть використовуватися їх оцінки \hat{a}, \hat{b} . Розрахунок оцінок коефіцієнтів регресії буде виконуватись за допомогою методу найменших квадратів. Сутність цього методу полягає у визначенні таких значень оцінок, щоб сума квадратів відхилень величини, обчисленої за рівнянням $y = \hat{a} + \hat{b}x$, і наявних значень величини y була б мінімальною:

$$F(\hat{a}, \hat{b}) = \sum_{i=1}^n (\hat{a} * x_i + \hat{b} - y_i) \rightarrow \min \quad (2.5)$$

Однак виконавши деякі розрахунки [14, с. 88] можна отримати точні формули для обчислення оцінок цих коефіцієнтів:

$$\hat{b} = \frac{cov(x, y)}{\sigma^2} \quad (2.6)$$

$$\hat{a} = \bar{y} - b\bar{x} \quad (2.7)$$

Розрахунок оцінок коефіцієнтів регресії та побудова відповідного рівняння відбувається на етапі ідентифікації – другому етапі кореляційно-регресійного аналізу.

Перевірка якості побудованого рівняння регресії може бути здійснена за допомогою емпіричного методу: при наявності сильного лінійного зв'язку буде розраховано параметри рівняння лінійного регресії, після чого буде здійснено розрахунок теоретичних значень $\hat{y} = f(x)$, за якими можна буде побудувати ряд залишків $\varepsilon_i = \hat{y} - y_i, i = \overline{1, n}$. Якщо математичне сподівання ряду залишків дорівнює нулю, то модель є адекватною. Оскільки підбір коефіцієнтів регресії за допомогою методу найменших квадратів передбачає близькість залишків регресії до нуля, то і математичне сподівання цього ряду буде близьким до нуля, а, отже, дану перевірку можна не виконувати. Перевірка якості отриманої моделі – це завдання третього етапу кореляційно-регресійного аналізу, етапу верифікації.

Оскільки розраховані коефіцієнти є оцінками деяких істинних значень параметрів, то доцільно розрахувати параметри довірчої області для параметрів регресії, щоб можна було остаточно впевнитись у достовірності оцінок коефіцієнтів регресії. Ці розрахунки виконуються на четвертому етапі кореляційно-регресійного аналізу. Основними параметрами довірчої області є нижня $\min \theta_1$ та верхня $\max \theta_1$ межі уздовж осі абсцис $O\theta_1$. Їх можна розрахувати за наступними формулами:

$$d = \frac{S_\varepsilon}{\sigma_y} \sqrt{\frac{2}{M} F_{2;M-2;\alpha}} \quad (2.8)$$

$$\min \theta_1 = \hat{b} - d \quad (2.9)$$

$$\max \theta_1 = \hat{b} + d \quad (2.10)$$

де S_ε – середнє квадратичне відхилення залишків регресії, σ_y – середнє квадратичне відхилення залежної змінної y , M – об'єм вибірки, $F_{2;M-2;\alpha}$ – величина зворотнього F – розподілу ймовірностей зі ступенями вільності $\nu_1 = 2$ і $\nu_2 = M - 2$ і з рівнем значущості: $\alpha = 1 - P_\alpha$. Якщо нижня і верхня границі мають однаковий знак, тобто $\min \theta_1 * \max \theta_1 > 0$, то довірча область не перетинає вісь $O\theta_1$, і гіпотеза про існування регресії у вигляді рівняння $f(x) = a + bx$ приймається. Однак, якщо границі довірчої області мають різні знаки, то не можна відкинути гіпотезу, що $\theta_1 = 0$. У такому випадку виявити зв'язок не є можливим або з причини браку даних, або з причини відсутності цього зв'язку.

На останньому, п'ятому етапі кореляційно-регресійного аналізу виконується візуалізація лінії регресії та довірчих інтервалів для величини \hat{y} . Для цього, спочатку необхідно розрахувати нижню $l(x)$ та верхню $h(x)$ границі довірчого інтервалу \hat{y} за такими формулами:

$$\beta(x) = \frac{S_\varepsilon}{\sqrt{M}} t_{M-1;\frac{\alpha}{2}} \sqrt{1 + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sigma_x^2}} \quad (2.11)$$

$$l(x) = \hat{a} + \hat{b}x - \beta(x) \quad (2.12)$$

$$h(x) = \hat{a} + \hat{b}x + \beta(x) \quad (2.13)$$

де $t_{M-1;\frac{\alpha}{2}}$ – величина оберненого розподілу Стюдента, коли ступінь вільності $\nu = M - 1$ і рівень значущості $\frac{\alpha}{2} = \frac{(1-P_\alpha)}{2}$. Після цього розраховують також нижню та верхню межі довірчого інтервалу, в якому можуть знаходитись майже усі коливання значень миттєвої величини у захворюваності населення на хвороби системи кровообігу I00-I99 за наступними формулами [14]:

$$\lambda(x) = t_{M-1, \frac{\alpha}{2}} S_{\varepsilon} \sqrt{1 + \frac{1}{M} + \frac{(x - \bar{x})^2}{M\sigma_x^2}} \quad (2.14)$$

$$L(x) = \hat{a} + \hat{b}x - \lambda(x) \quad (2.15)$$

$$H(x) = \hat{a} + \hat{b}x + \lambda(x) \quad (2.16)$$

2.3 Результати розрахунків

В результаті проведення кореляційно-регресійного аналізу для визначення залежності між викидами оксиду вуглецю і захворюваністю на хвороби системи кровообігу I00-I99, було встановлено наявність сильної лінійної залежності (коефіцієнт кореляції становить 0,81), при тому, що критерій (2.2) для даної вибірки становить 0,67, тобто досліджувані дані виявляють статистичну залежність. Слід зазначити, що вказані дані додатньо-корельовані, тобто зі збільшенням викидів оксиду вуглецю, збільшується захворюваність на хвороби системи кровообігу I00-I99. За методом найменших квадратів було здійснено розрахунок оцінок коефіцієнтів регресії, і побудовано наступне рівняння регресії

$$y = -11825,86 + 415,57x + \varepsilon \quad (2.17)$$

де y – кількість захворівших на хвороби системи кровообігу I00-I99 чол., x – об'єм викидів оксиду вуглецю в атмосферне повітря тис. т, ε – компонента, що має випадковий вплив. Також було здійснено розрахунок залишків регресії і побудовано графік їх розподілу (Рисунок 2.9). З графіку видно, що залишки розташовані хаотичним чином, і можна стверджувати про відсутність очевидної закономірності, а, отже, рівняння (2.17) побудовано якісно, у рівнянні (2.17) враховано всі суттєві фактори і вплив інших факторів можна вважати випадковим.

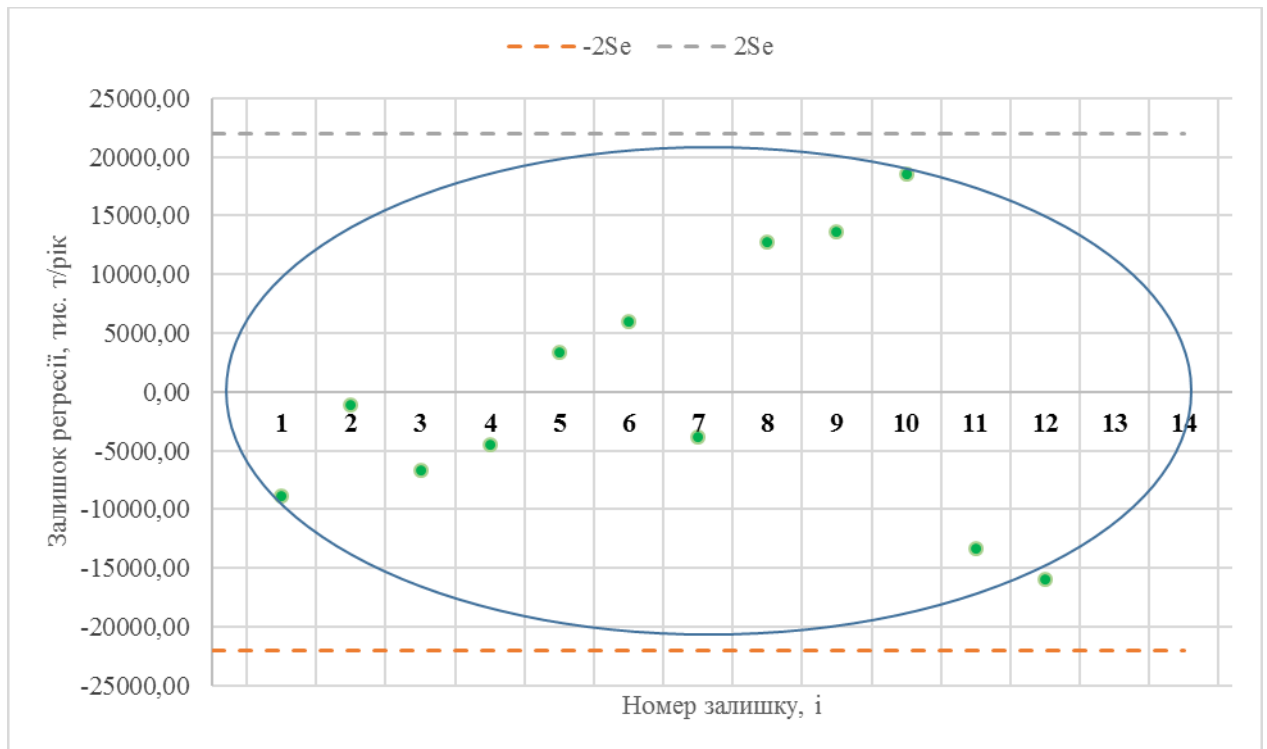


Рис. 2.9 Розподіл залишків регресії із зазначенням нижньої та верхньої межі інтервалу нормального розподілу цих залишків
Підпис: пунктиром зазначено інтервал $(-2S_{\varepsilon}; 2S_{\varepsilon})$ нормального розподілу залишків регресії

Далі було здійснено параметрів довірчого інтервалу регресії. Отримано такі результати $d = 0,51$, $\min \theta_1 = 415,07$, $\max \theta_1 = 416,08$. Оскільки межі довірчого інтервалу регресії мають однаковий знак, то можна остаточно прийняти гіпотезу про існування залежності між досліджуваними змінними у вигляді рівняння (2.17). На останньому етапі було здійснено візуалізацію лінії регресії із довірчими інтервалами (Рисунок 2.11) на основі розрахунків на деякому проміжку (Таблиця 2.1).

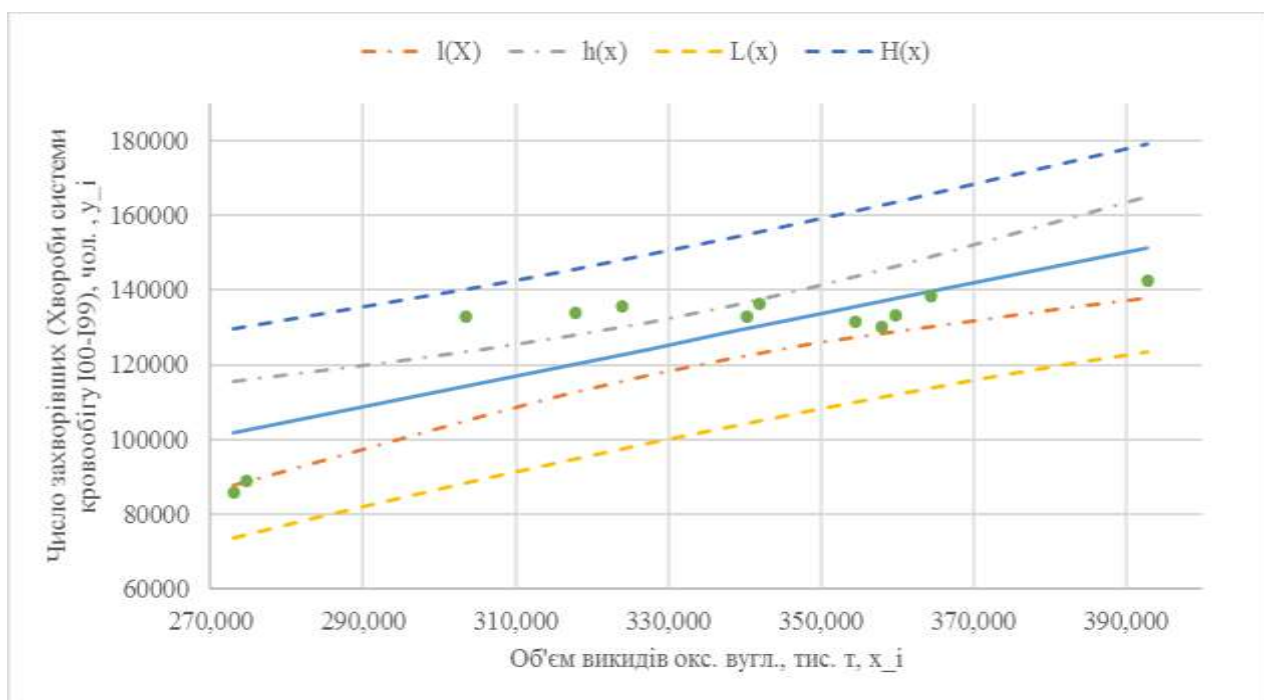


Рис. 2.10 Графік лінії регресії, довірчого інтервалу регресії і довірчого інтервалу досліджуваних величин

Таблиця 2.1

Розрахункові дані для побудови графіку лінії регресії, довірчого інтервалу регресії і довірчого інтервалу досліджуваних величин

i	x	\hat{y}	$\beta(x)$	$l(x)$	$h(x)$	$\lambda(x)$	$L(x)$	$H(x)$
1	273,04	101641,36	13995,18	87646,19	115636,54	27958,31	73683,05	129599,67
2	283,93	106165,89	12159,43	94006,47	118325,32	27086,05	79079,84	133251,94
3	294,81	110690,43	10454,53	100235,90	121144,95	26364,74	84325,68	137055,17
4	305,70	115214,96	8955,53	106259,43	124170,48	25807,05	89407,91	141022,01
5	316,59	119739,49	7782,32	111957,17	127521,81	25423,75	94315,74	145163,24
6	327,48	124264,02	7098,33	117165,69	131362,35	25222,78	99041,24	149486,80
7	338,36	128788,55	7047,47	121741,08	135836,03	25208,52	103580,04	153997,07
8	349,25	133313,09	7642,40	125670,69	140955,48	25381,26	107931,82	158694,35
9	360,14	137837,62	8752,39	129085,23	146590,01	25737,26	112100,35	163574,88
10	371,03	142362,15	10210,84	132151,31	152572,99	26269,06	116093,09	168631,21
11	381,91	146886,68	11890,20	134996,48	158776,88	26966,26	119920,42	173852,94
12	392,80	151411,21	13709,53	137701,68	165120,75	27816,43	123594,79	179227,64

Для інших наборів даних не було побудовано модель лінійної парної регресії. Це спричинено тим, що коефіцієнти кореляції для інших наборів даних менші за 0,7 (Рисунок 2.11), причому для діоксиду сірки, діоксиду азоту і діоксиду вуглецю значно менші. До того ж, вказані набори даних не виявляють

статистичної залежності, оскільки для їх коефіцієнтів кореляції не виконується умова (2.2). Можна припустити, що об'єм вибірки недостатній для здійснення яких – небудь тверджень про наявність залежності у вказаних наборах даних. Однак, можливо, для вказаних даних доцільніше здійснити аналіз на наявність залежностей іншого (нелінійного) типу.

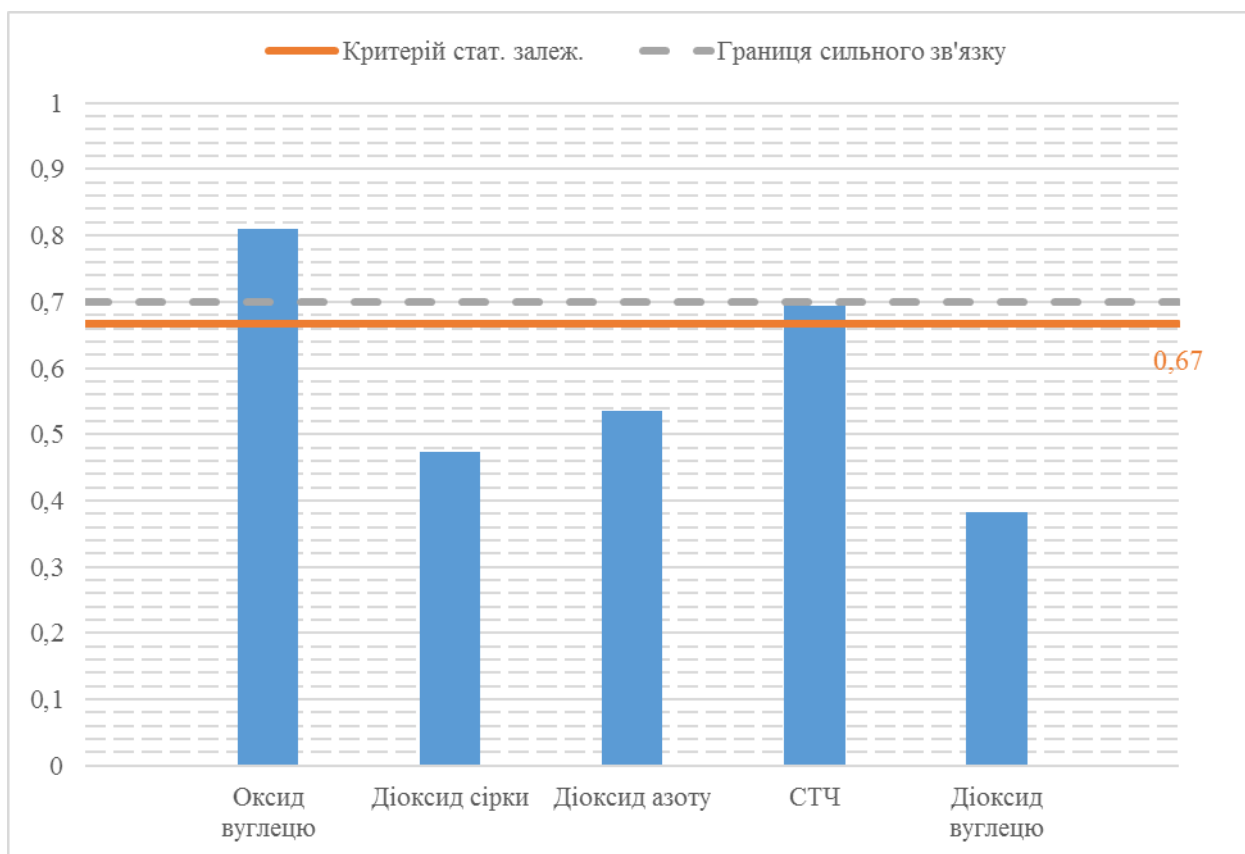


Рис. 2.11 Значення коефіцієнту кореляції для різних наборів змінних

Коефіцієнт кореляції для СТЧ близький до 0,7, і, до того ж, встановлено, що дані виявляють статистичну залежність, однак для даного набору даних, також, не було здійснено продовження кореляційно-регресійного аналізу. Аналіз показника СТЧ на наявність сильної лінійної або нелінійної залежності може бути завданням дослідження для майбутніх робіт.

Отже, однозначно можна стверджувати, що викиди оксиду вуглецю сильно впливають на захворюваність населення Дніпропетровської області на хвороби системи кровообігу І00-І99. При чому, збільшення незалежної змінної призводить до збільшення залежної. Твердження щодо впливу на

захворюваність не є справедливим відносно викидів інших забруднюючих речовин окремо, оскільки розглядувані не виявляють статистичної залежності, окрім викидів СТЧ. Вказані набори даних потребують подальшого аналізу на встановлення впливу на захворюваність населення. Як один із варіантів напрямків подальшого дослідження можна розглядати збільшення обсягу вибірки розглядуваних даних. Інший напрям аналізу полягає у дослідженні наявності залежності між розглядуваними величинами нелінійного характеру.

Висновки

Аналіз актуального стану забруднення і захворюваності дає змогу стверджувати, що на даний момент спостерігається зменшення об'ємів викидів забруднювачів у атмосферне повітря по Дніпропетровській області. Подібна ситуація стосується й стану здоров'я населення, оскільки кількість виписаних хворих поступово зменшується. Однак, слід зауважити, що і за середніми показниками об'ємів викидів (2010 – 2021 рр.), і за середніми показниками кількості виписаних хворих по класам хвороб (2010 – 2021 рр.) Дніпропетровська область, як правило, входить до трійки перших.

У якості методології дослідження було обрано кореляційно-регресійний аналіз, за допомогою якого можна встановити силу і характер впливу однієї величини на іншу. В результаті проведених розрахунків визначено, що однозначно стверджувати про наявність сильного лінійного зв'язку можна лише у контексті впливу об'ємів викидів оксиду вуглецю на захворюваність населення на хвороби системи кровообігу I00-I99. Збільшення викидів оксиду вуглецю у атмосферне повітря призводить до збільшення захворюваності населення Дніпропетровської області на хвороби системи кровообігу I00-I99. Для інших наборів даних спостерігається лінійна залежність середньої сили, а самі дані не виявляють статистичну залежність, окрім даних по викидам СТЧ. Тому важко робити однозначні твердження про залежність між розглядуваними

величинами. Коефіцієнт кореляції між викидами СТЧ і захворюваністю на хвороби системи кровообігу I00-I99 має близьке до 0,7 значення. Можливо, для більшої вибірки по цих даних можна було встановити однозначно чи можна віднести вказану залежність до типу сильної лінійної чи ні. У підсумку, побудована модель залежності для викидів оксиду вуглецю може бути використана у майбутніх роботах як для прогнозу, так і для порівняння з іншими моделями.

Висновок

У даній роботі було проведено аналіз поточної ситуації із забрудненням атмосферного повітря України і Дніпропетровської області окремо. Згідно результатів даного аналізу питання забруднення атмосферного повітря є одним із головніших напрямів проведення державної і регіональної політики. Однак, в середньому, Дніпропетровська область залишається одним із найголовніших забруднювачів повітря України, і займає, як правило, перші місця у рейтингу кількості виписаних хворих. Тобто, можна опосередковано, зробити висновок, що середня захворюваність області також знаходиться на високих рівнях відносно інших областей. В результаті аналізу наявних даних по забрудненню атмосферного повітря низкою речовин, встановлено, що викиди оксиду вуглецю сильно лінійно впливають на захворюваність на хвороби системи кровообігу I00-I99. При чому збільшення незалежної змінної призводить до збільшення залежної. Однак, дане твердження не стосується інших показників, де ступінь впливу менша, а дані не виявляють статистичної залежності. Аналіз впливу викидів інших забруднювачів на вказаний показник може бути актуальним завданням майбутніх робіт. У зв'язку з наведеними твердженнями, можна встановити необхідність впровадження або посилення наявних заходів щодо зменшення викидів оксиду вуглецю в атмосферне повітря. До таких заходів можна віднести: встановлення і стимулювання встановлювати новітні системи очищення відходів виробництва, впровадження засад циркуляційної економіки, впровадження нових технологій виробництва, що сприяють меншим викидам, перехід на екологічні види транспорту.

Список використаних джерел

1. Вплив на здоров'я та соціальні витрати, пов'язані із забрудненням повітря у великих містах України. Підсумковий звіт. – Текст. дані. – Режим доступу: <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2023-03/Health%20impacts%20and%20social%20costs%20associated%20with%20air%20pollution%20in%20larger%20urban%20areas%20of%20Ukraine%20%28UA%29.pdf> (дата звернення: 03.07.2024).
2. Україна. Президент (2019; В. О. Зеленський). Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року [Текст] : указ, 30 вересня 2019 р. № 722/2019. – К. : [б. в.], 2019. – 2 с.
3. Резолюція, прийнята Генеральною Асамблеєю 25 вересня 2015 року: 70/1. Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року. – Текст. дані. – Режим доступу: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/ua/Agenda2030_UA.pdf (дата звернення: 03.07.2024).
4. Цілі сталого розвитку та Україна. вилучено із <https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/cili-stalogo-rozvitku-ta-ukrayina>
5. Цілі сталого розвитку Україна. Добровільний національний огляд. – Текст. дані. – Режим доступу: <https://ukraine.un.org/sites/default/files/2021-10/VNR%20SDG%20Ukraine%202020.pdf> (дата звернення: 03.07.2024).
6. ЦІЛІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ: ДНІПРО-2030. РЕГІОНАЛЬНА ДОПОВІДЬ. – Текст. дані. – Режим доступу: <http://zsfoe.org/wp-content/uploads/2018/05/TSili-stalogo-rozvitku.-Dnipro-2030.pdf> (дата звернення: 03.07.2024).
7. Крайнюков О. М., Якушева А.В. Оцінка ризику для здоров'я людей, обумовленого використанням забруднених нафтопродуктами питних вод за допомогою методики RAIS (US-EPA)// Людина та довкілля. Проблеми неоекології. (2016): № 3-4(26), с. 46-50

8. Тарасова В. В. Вплив забруднення атмосферного повітря на стан здоров'я населення // АГРОСВІТ № 16, 2013 , с.24-28
http://www.agrosvit.info/pdf/16_2013/6.pdf
9. Бекетов, В. Є., Євтухова, Г. П., & Ломакіна, О. С. (1). Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря м. Харків. Людина та довкілля. Проблеми неоекології, (3-4(26), 97-103. вилучено із <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/7759>
10. К. В. Белоконь, О. В. Матухно. Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя формальдегідом. вилучено із <http://sj.dstu.dp.ua/article/view/228086>
11. Антипкін ЮГ, Волосовець ОП. (2020). Забруднення повітря та стан здоров'я дитячого населення України. Український журнал Перинатологія і Педіатрія. 3(83): 31–39 вилучено із <https://med-expert.com.ua/journals/ua/zabrudnennja-povitrja-ta-stan-zdorovja-ditjachogo-naselennja-ukraini/>
12. Д. В. Лико, М. В. Каськів. Вплив забруднення атмосферного повітря на стан захворюваності населення м. Рівне. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. № 1-2, 2012
13. Олеся Корнус, Анатолій Корнус, Володимир Шищук, Володимир Кононихін. Дослідження впливу забруднення атмосферного повітря на онкологічну захворюваність населення Сумської області. – Текст. дані. – Режим доступу: <http://zsfoe.org/wp-content/uploads/2018/05/TSili-stalogo-rozvitku.-Dnipro-2030.pdf> (дата звернення: 03.07.2024).
14. Моделювання сталого розвитку: навч. посіб. / С.А. Ус., Л. Л. Палєхова. – Дніпро : НТУ «Дніпровська Політехніка», 2024. – 160 с.
15. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра студентами галузі знань 12 Інформаційні технології спеціальності 124 Системний аналіз / Т. А. Желдак, Т.В. Хом'як, А.В. Малієнко; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро: НТУ «ДП», 2022. – 32 с.

16. Статистичний збірник. Довкілля України. 2021 рік. – Текст. дані. – Режим доступу: <https://stat.gov.ua/sites/default/files/2023-10/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%B7%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%C2%AB%D0%94%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F%20%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8%C2%BB.pdf> (дата звернення: 03.07.2024).
17. Статистичний збірник. Довкілля України. 2010 – 2020 рр. вилучено із https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_dov_zb.htm
18. Викиди забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря. вилучено із [https://stat.gov.ua/uk/explorer?urn=SSSU:DF_POLLUTANTS_GASES_EMISSIONS\(11.0.0\)](https://stat.gov.ua/uk/explorer?urn=SSSU:DF_POLLUTANTS_GASES_EMISSIONS(11.0.0))
19. Екологічний паспорт Дніпропетровської області. вилучено із <https://adm.dp.gov.ua/pro-oblast/ekologiya-pro-oblast/ekologiya>
20. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області. вилучено із <https://adm.dp.gov.ua/pro-oblast/ekologiya-pro-oblast/ekologiya>
21. Викиди забруднюючих речовин та парникових газів у атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення у 2012 році (остаточні дані). СТАТИСТИЧНИЙ БЮЛЕТЕНЬ. Державна служба статистики України –К., 2013 – 34 стор., вих. № 06.4-37/303.
22. Звіт юридичної особи незалежно від її організаційно-правової форми та фізичної особи - підприємця, які провадять господарську діяльність із медичної практики за 2010 – 2021 рр. (форма № 20). вилучено із <http://medstat.gov.ua/ukr/statdanMMXIX.html>
23. Звіт про хворих на туберкульоз -к за 2010 – 2021 рр. (форма №33-коротка). вилучено із <http://medstat.gov.ua/ukr/statdanMMXIX.html>
24. Звіт про хворих на злоякісні новоутворення за 2010 – 2021 рр. (форма №35). вилучено із <http://medstat.gov.ua/ukr/statdanMMXIX.html>

25. Багрій В.М. Моделювання та прогнозування якості навколишнього середовища // В.М. Багрій, М.М. Біляєв, І.І. Дуднікова, Є.Д. Коренюк, В.К. Хрущ. – Дніпро : Наука і освіта. – 2004. – 236 с.
26. Бараннік В.О. Моделювання і прогнозування стану довкілля: навч. посіб. // В.О.Бараннік. – Харків : ХНАМГ, 2007. – 85 с.
27. М.П. Баштанік, Н.С. Жемера, Е.М. Кітенко, Т.В. Козленко Стан забруднення атмосферного повітря над територією України // Наукові праці УкрНДГМІ, 2014, вип.266, с. 70-93
28. Бідюк П. І. Аналіз часових рядів: навч. посібник // П. І. Бідюк, В. Д. Романенко, О. Л. Тимошук. – Київ: Політехніка, 2010. – 317 с.
29. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування [Електронний ресурс] : навч. посіб. / А.М. Єріна. – Київ : КНЕУ, 2001. – 170 с. – Режим доступу : <https://www.gmdh.net/articles/theory/StatModeling.pdf> (дата звернення: 03.07.2024).
30. Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: навч. посіб. // П.І Ковальчук. – Київ : Либідь, 2003. – 208 с.
31. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології // В.І.Лаврик. – Київ : Фітоцентр, 1998. – 132 с.
32. Математичні моделі і методи прийняття рішень для сталого розвитку / О.В. Трифонова, Л.В.Тимошенко, С.А. Ус. – М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – 240 с.
33. Моделювання економічних, екологічних і соціальних процесів. Методичні рекомендації до виконання індивідуальних завдань студентами спеціальності 124 Системний аналіз / С.А. Ус: М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2022. – 74 с.
34. Новицький І.В. Теорія ймовірності й математична статистика: навч. посібник // І.В.Новицький, С.А. Ус / М-во освіти і науки України, – Д.: НГУ. – 2010. – 179 с.

35. Статистичне моделювання та прогнозування : навч. посіб. / під ред. д-ра екон. наук, проф. О.В. Раєвнєвої. – Харків : ВД «ІНЖЕК», 2013. – 537 с.

36. Стратегія розвитку міста Дніпра «Стратегія Дніпра 2030» – Текст. дані. – Режим доступу: <https://dda.dp.ua/wp-content/uploads/2021/12/dokument-Strategiya-Dnipra-2030.pdf> (дата звернення: 03.07.2024).

37. Тимошенко Л. В. Визначення пріоритетності фінансування природоохоронних проєктів / Л. В. Тимошенко, С. А. Ус, Д. В. Куліченко. // Економічний вісник НГУ. – 2017. – № 1. – С. 168 –175.

38. Тимошенко, Л. В., Ус, О. М. Еколого-економічні аспекти оцінювання та прогнозування. Забруднення атмосферного повітря у промисловому місті Економічний вісник НГУ. 2016, 1 (53), с.156 -168 EV20161_156-168.pdf

39. Us S., Tymoshenko L. The management modeling of ecological and economic system // Sustainable production and consumption in industry: challenges and opportunities. Collection of scientific articles. Ed.: Shvets V., Paliekhova L. Dnipro-Cottbus: Accent, 2022 (184 p.). – P. 179 – 182.

40. Шевченко, Ю. О. (2022). Обробка і аналіз даних з використанням електронних таблиць. Частина I «Обробка даних». <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/162623>

41. Nebatov K., Shevchenko Y. O. STUDY OF CONTROL PROCESSES THROUGH SYSTEM ANALYSIS // «Тиждень студентської науки - 2023»: мат. сімдесят восьмої студ. наук.-техн. конф., Дніпро, 23–28 квітня 2023 року – Д.: НТУ «ДП», 2023 – с 377-379. <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/164325>

Додаток А.

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№ з/п	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітки					
1									
2		Документація							
3									
4	САУ.КР.24.18.ПЗ	Пояснювальна записка		Формат А4					
5									
6		Демонстраційний матеріал		Презентація на CD-R					
7									
8		Копія роботи	1	Диск CD-R					
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
					САУ.КР.24.18.ДА.ПЗ				
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.					Матеріали кваліфікаційної роботи	Літ.	Аркуш	Аркушів	
К. розд.									
Керівн.						НТУ «ДП», 12; 124-20-1			
Н.контр.									
Зав. каф.									

Додаток Б.

Відгук на кваліфікаційну роботу бакалавра студента групи 124 – 20 – 1 спеціальності 124 Системний аналіз Холодова Михайла Михайловича

Тема кваліфікаційної роботи: Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря в Україні

Обсяг кваліфікаційної роботи 62 стор., 11 рис., 1 табл., 6 додатків, 39 джерел.

Мета кваліфікаційної роботи: є визначення впливу викидів різних забруднювачів у атмосферне повітря на захворюваність населення Дніпропетровської області.

Актуальність теми дослідження обумовлюється тим, що в сучасних умовах, забруднення повітря має прямий вплив на здоров'я населення та екосистеми. Зі зростанням урбанізації та промислового виробництва, рівень викидів шкідливих речовин збільшується, що робить необхідним постійний моніторинг та оцінку якості повітря. Вивчення цієї теми допомагає зрозуміти масштаби проблеми та знайти шляхи її вирішення.

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра спеціальності 124 Системний аналіз, оскільки вирішення поставленого завдання потребує комплексної оцінки взаємопов'язаних компонентів еколого-соціальної системи, що є ключовим при моделюванні різних сценаріїв розвитку, впровадженні та оцінюванні заходів для зменшення забруднення, поліпшення умов життя та забезпечення екологічної безпеки, для чого необхідно використання математичних методів і системного підходу.

Виконані в кваліфікаційній роботі завдання відповідають вимогам, що висуваються до кваліфікаційних робіт ступеня бакалавра.

Оригінальність наукових рішень полягає у застосуванні методів аналізу даних, кореляційно-регресійного аналізу до задачі підвищення дослідження забруднення атмосферного повітря і його впливу на здоров'я населення.

Практичне значення результатів кваліфікаційної роботи полягає у визначенні залежностей, які дозволять розробити ефективні стратегії розвитку системи.

Висновки підтверджують можливість використання результатів роботи для різних регіонів.

Оформлення пояснювальної записки та демонстраційного матеріалу до неї виконано згідно з вимогами, що висуваються до кваліфікаційних робіт бакалаврів спеціальності 124 – системний аналіз. Роботу виконано самостійно, відповідно до завдання та у повному обсязі. Під час виконання роботи Холодов М.М. проявив самостійність, ініціативу, знання предметної області, добре володіння методами аналізу.

У роботі відзначено такі недоліки: аналіз виконано не в повному обсязі

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: _____, а її автор Холодов М.М. заслуговує присвоєння освітньої кваліфікації «бакалавр з системного аналізу».

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра,
к.ф.м.-н, доцент, професор кафедри
системного аналізу і управління

Світлана УС

Додаток В.

Графіки середніх (2010 – 2021 рр.) викидів низки забруднюючих речовин у атмосферне повітря від стаціонарних джерел

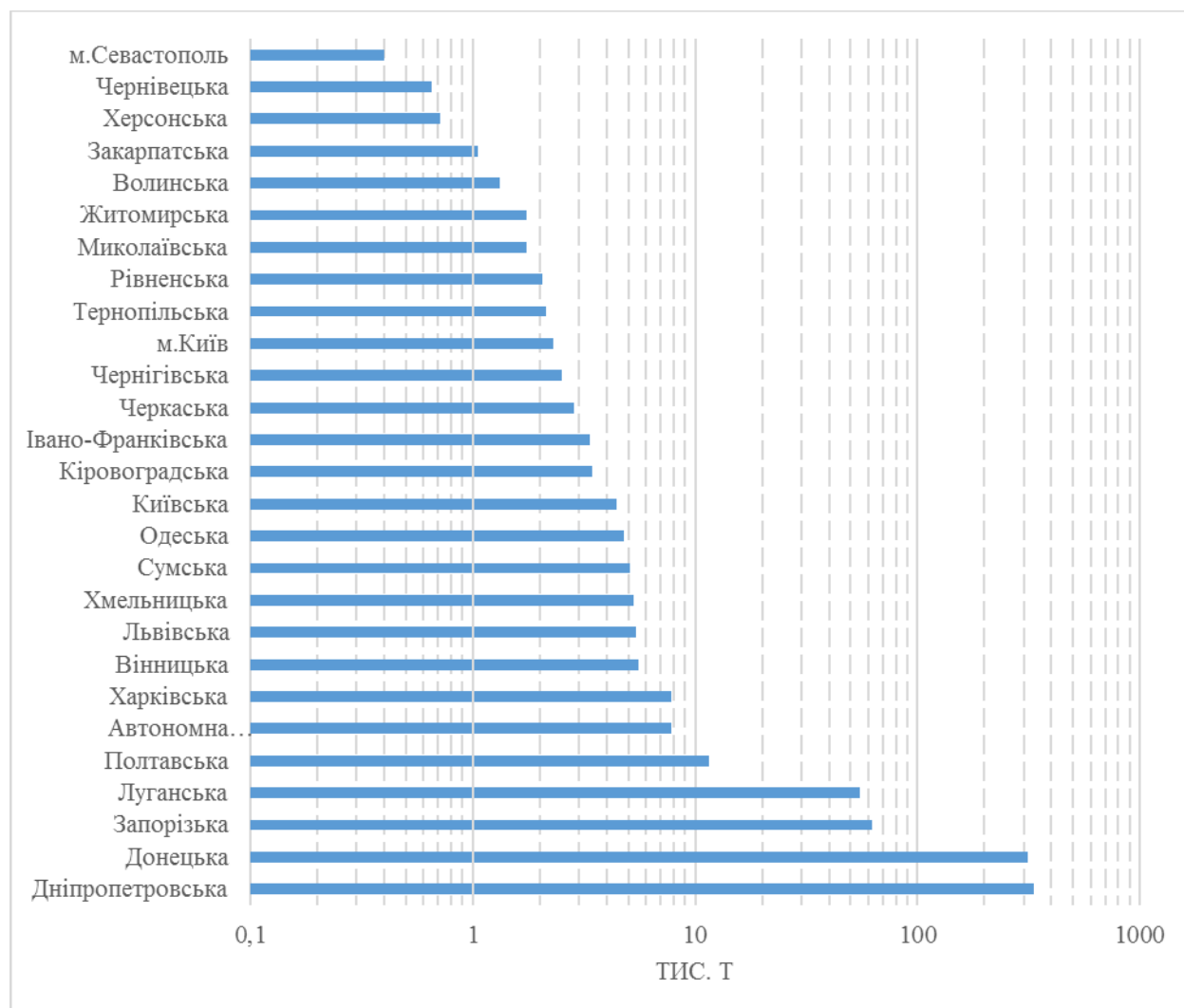


Рис. В.1 Середні викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення за регіонами (Оксид вуглецю)

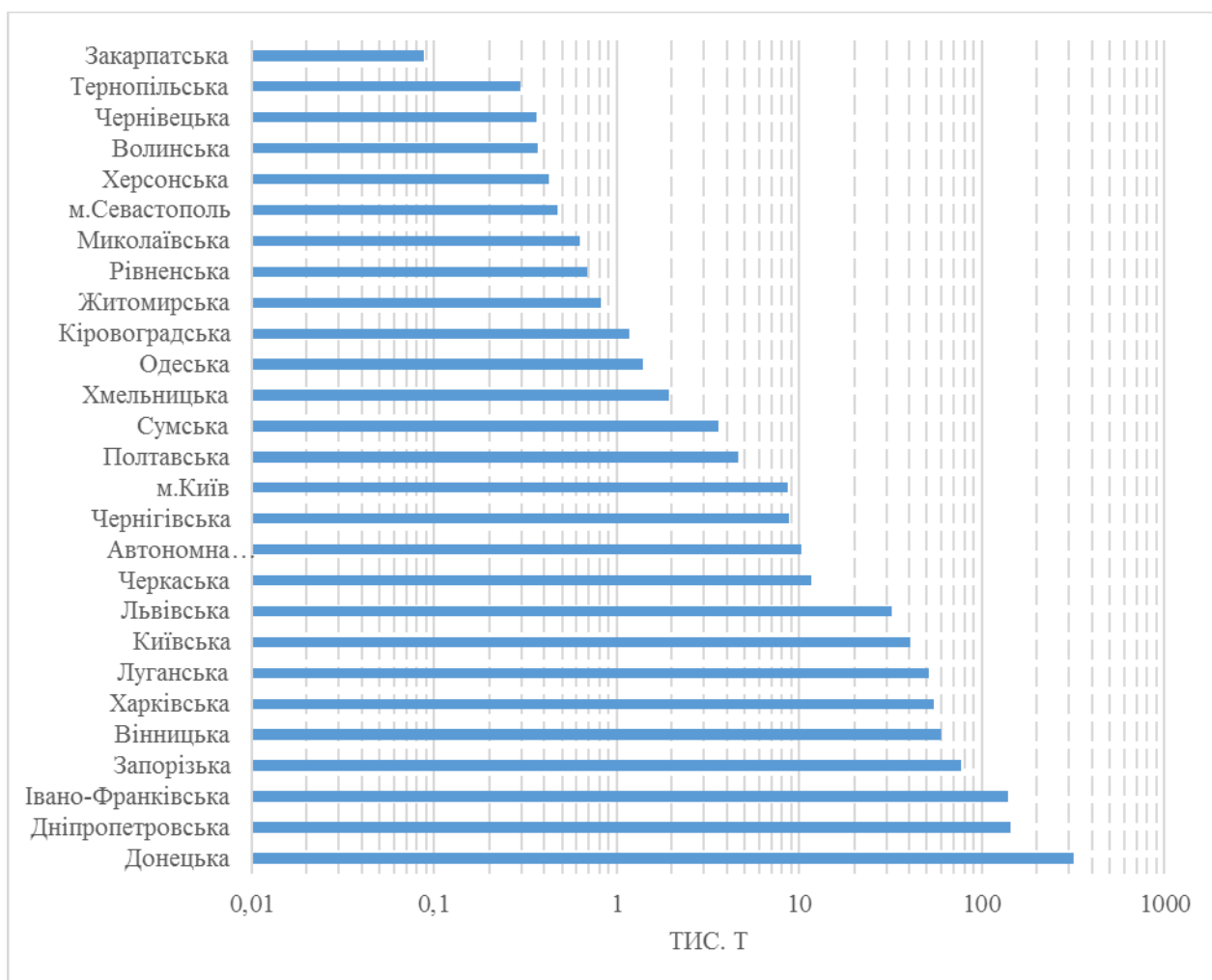


Рис. В.2 Середні викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення за регіонами (Діоксид сірки)

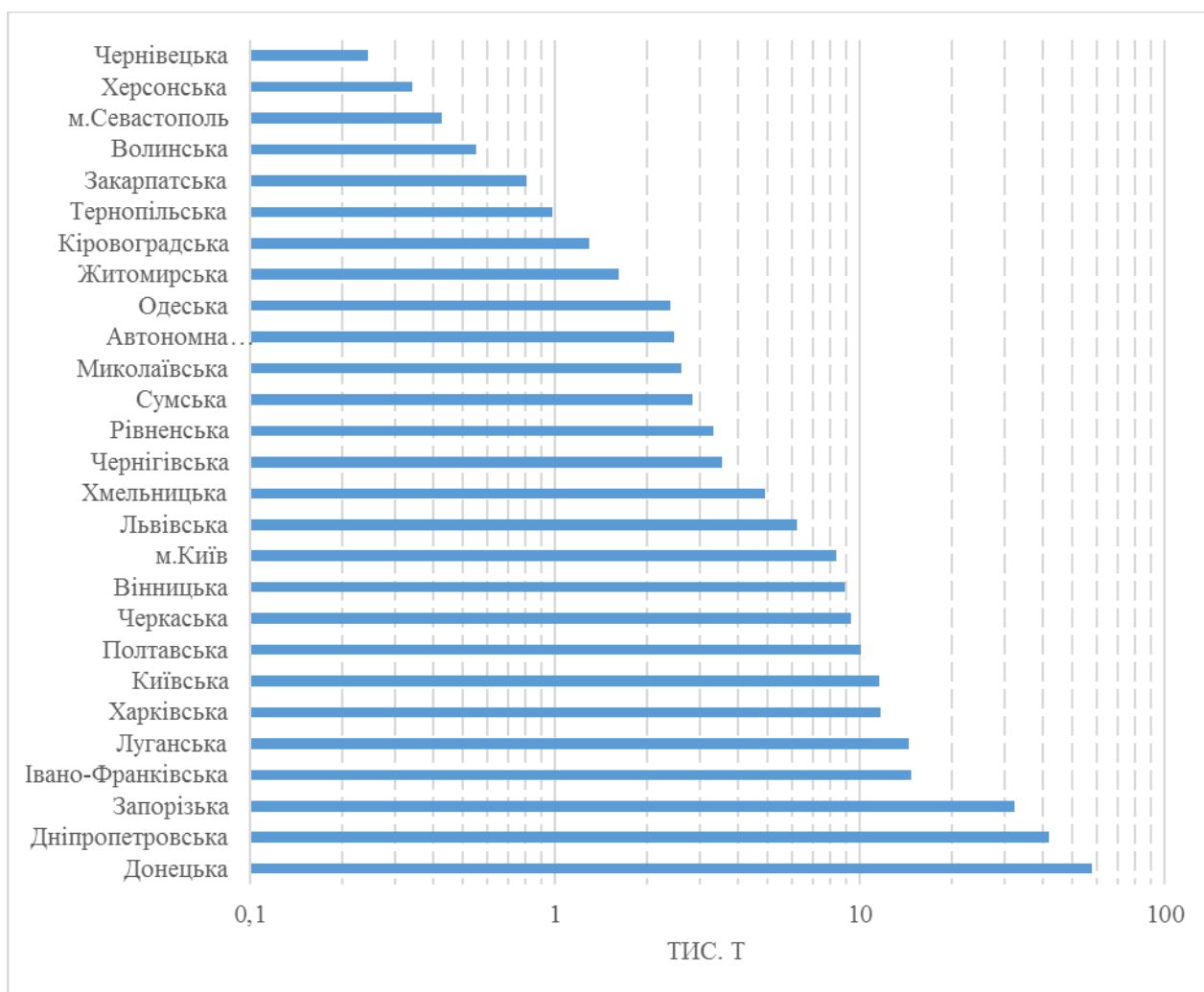


Рис. В.3 Середні викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення за регіонами (Діоксид азоту)

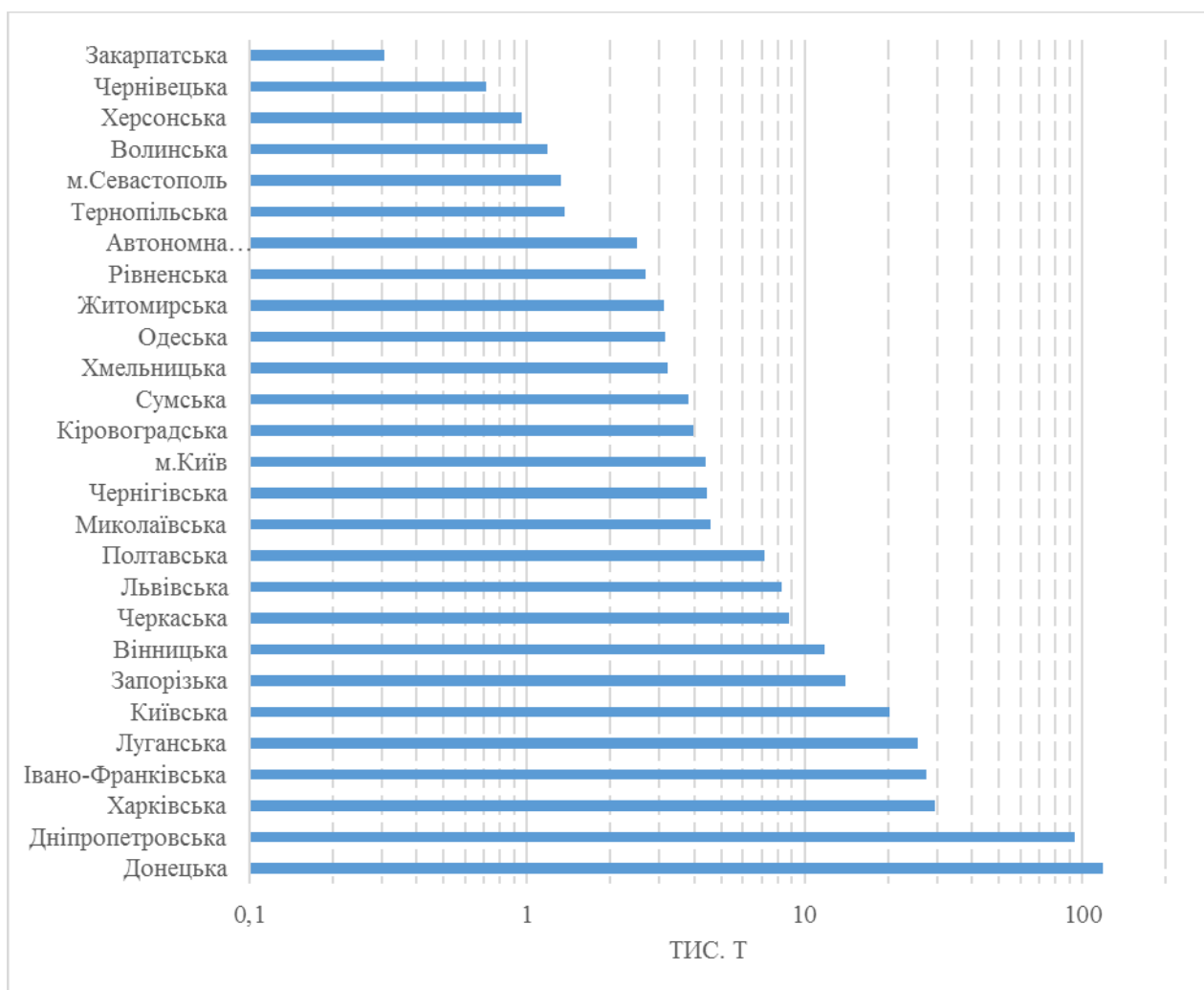


Рис. В.4 Середні викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення за регіонами (Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок)

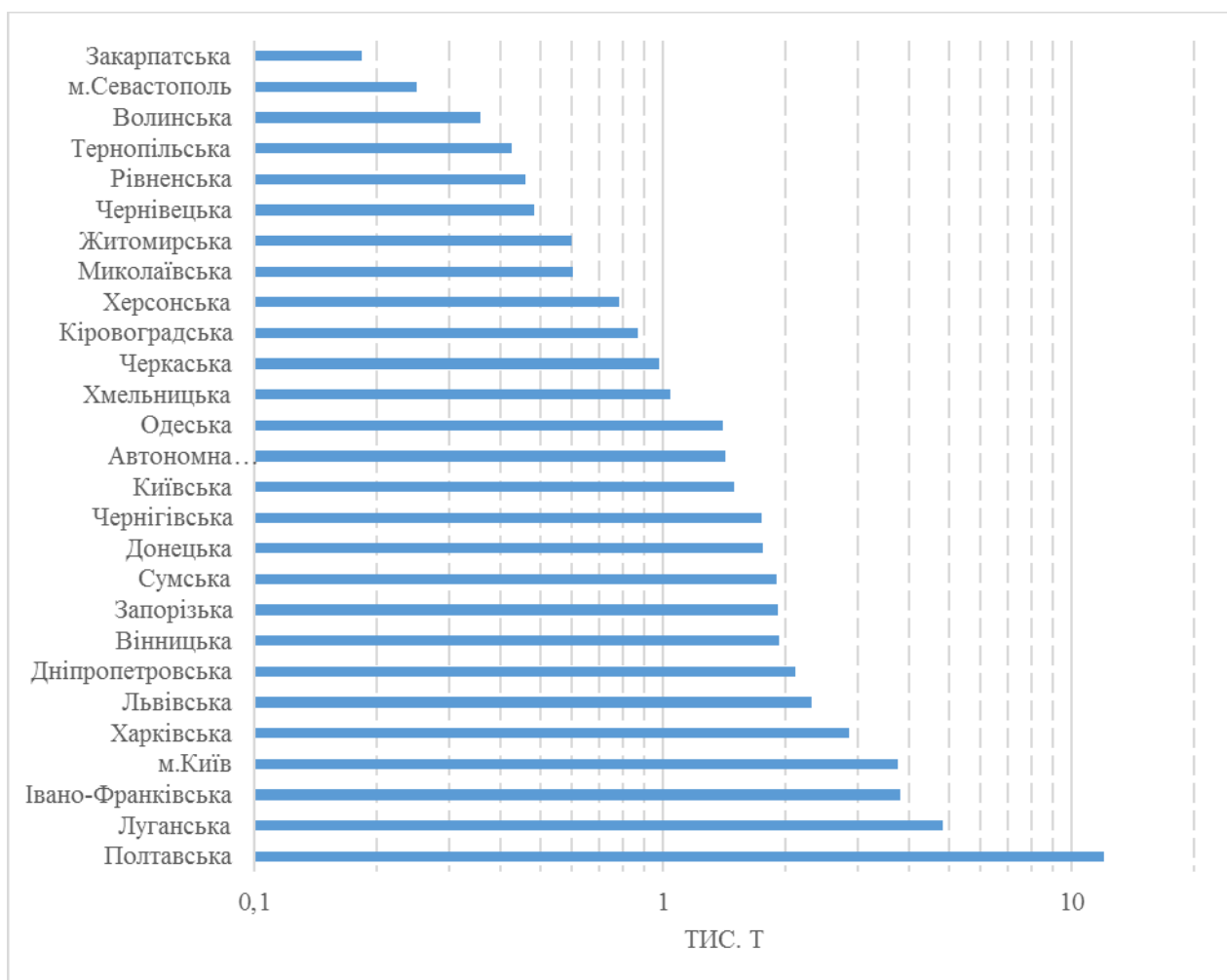


Рис. В.5 Середні викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення за регіонами (Неметанові леткі органічні сполуки)

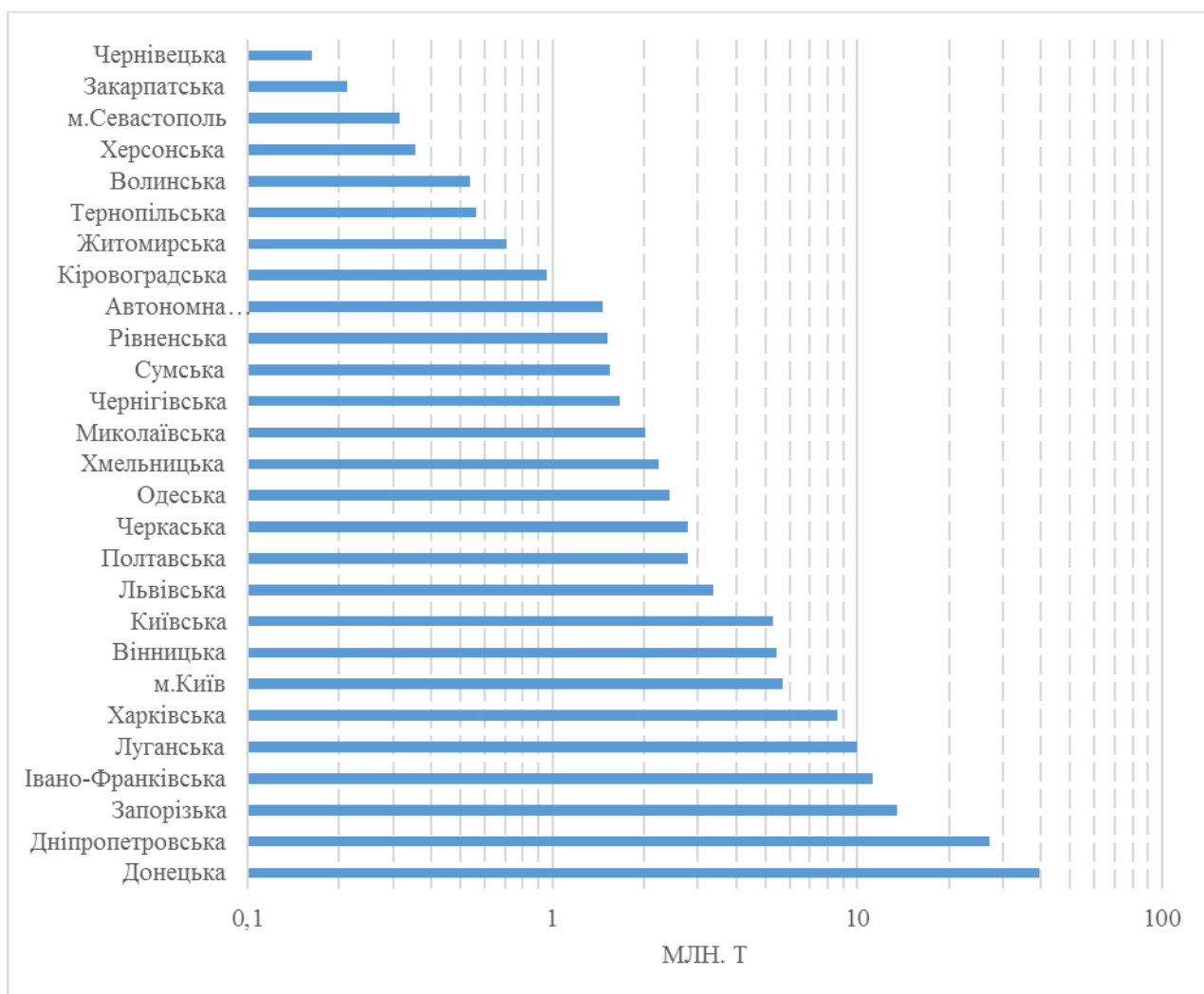


Рис. В.6 Середні викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення за регіонами (Діоксид вуглецю)

Додаток Г.

Графіки динаміки (2010 – 2021 рр.) викидів низки забруднюючих речовин у атмосферне повітря від стаціонарних джерел

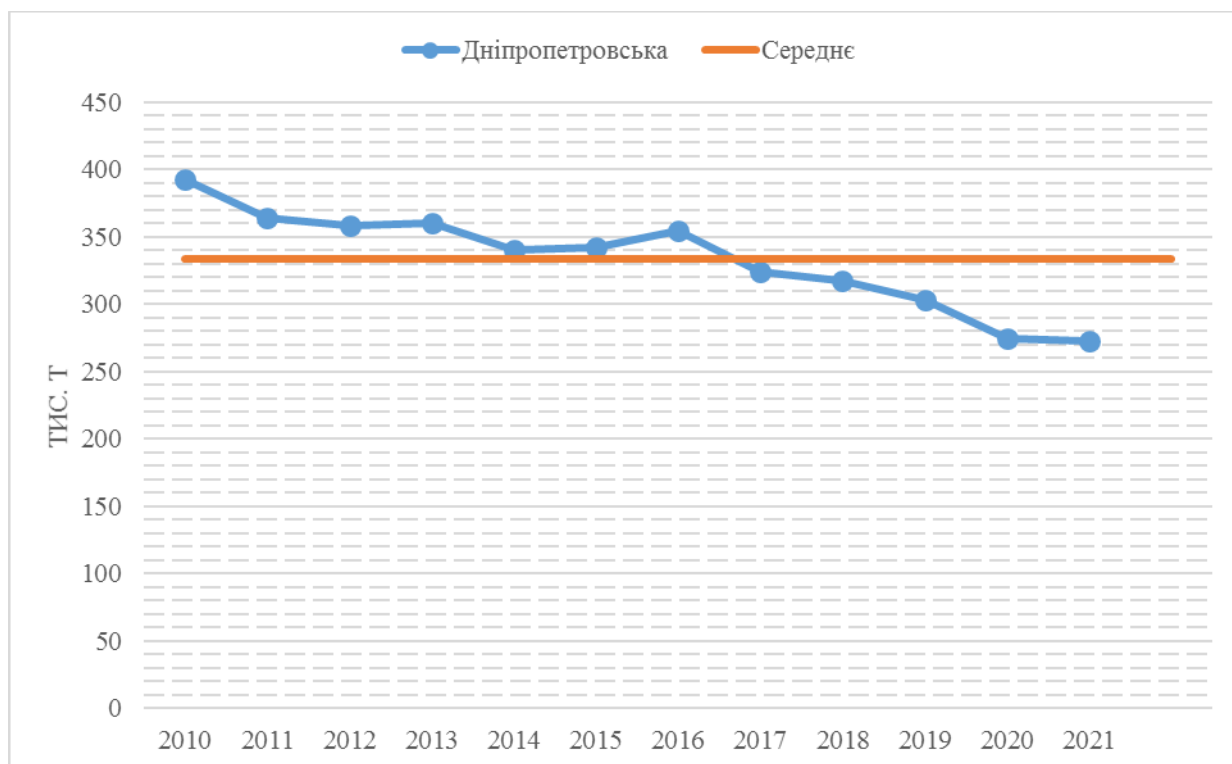


Рис. Г.1 Динаміка викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел у атмосферне повітря за період 2010-2021 рр. по Дніпропетровській області (Оксид вуглецю)

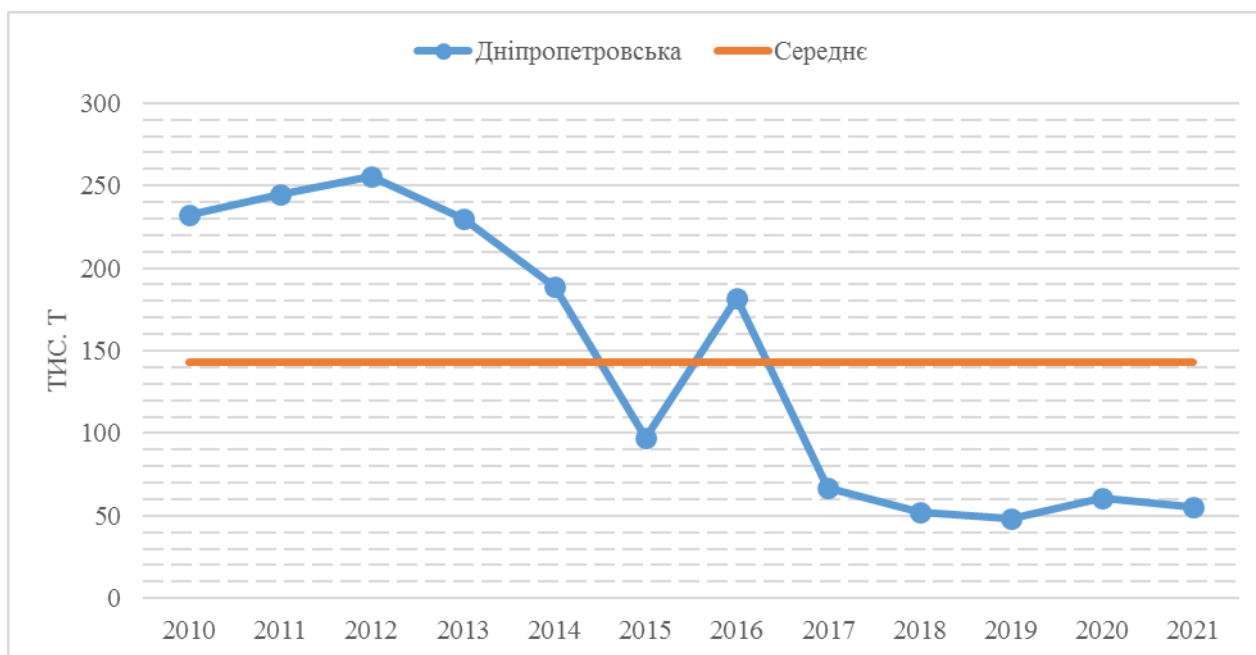


Рис. Г.2 Динаміка викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел у атмосферне повітря за період 2010-2021 рр. по Дніпропетровській області (Діоксид сірки)

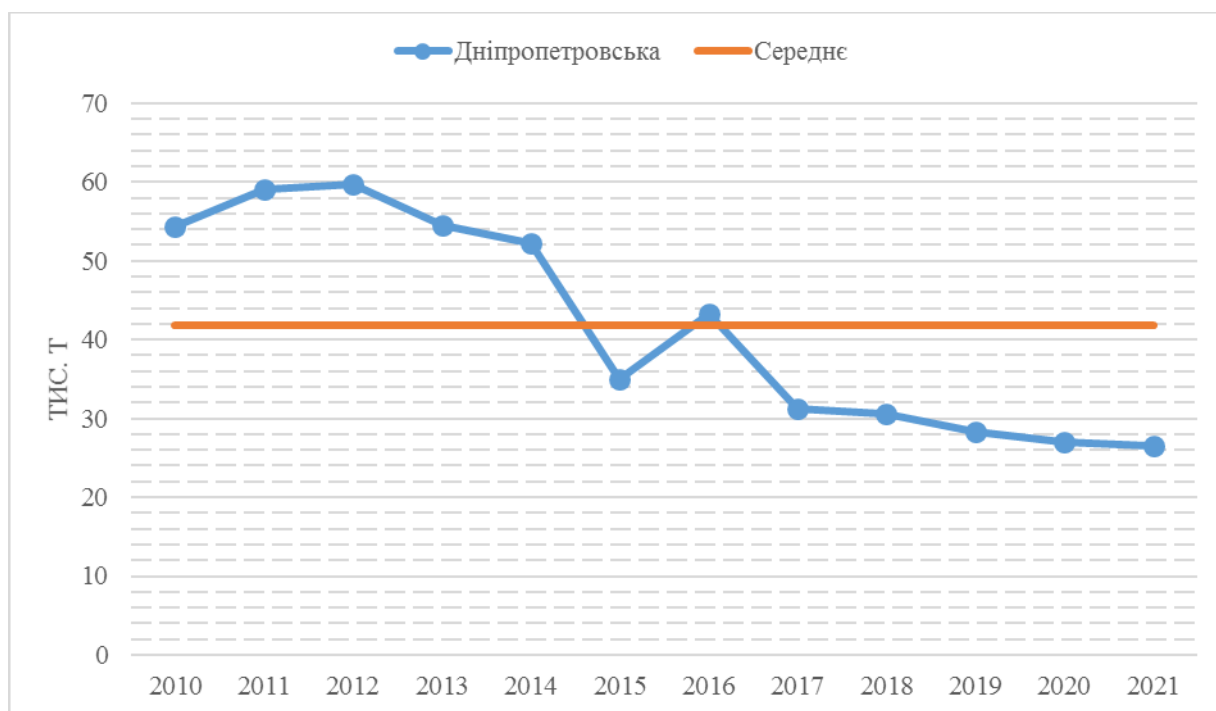


Рис. Г.3 Динаміка викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел у атмосферне повітря за період 2010-2021 рр. по Дніпропетровській області (Діоксид азоту)

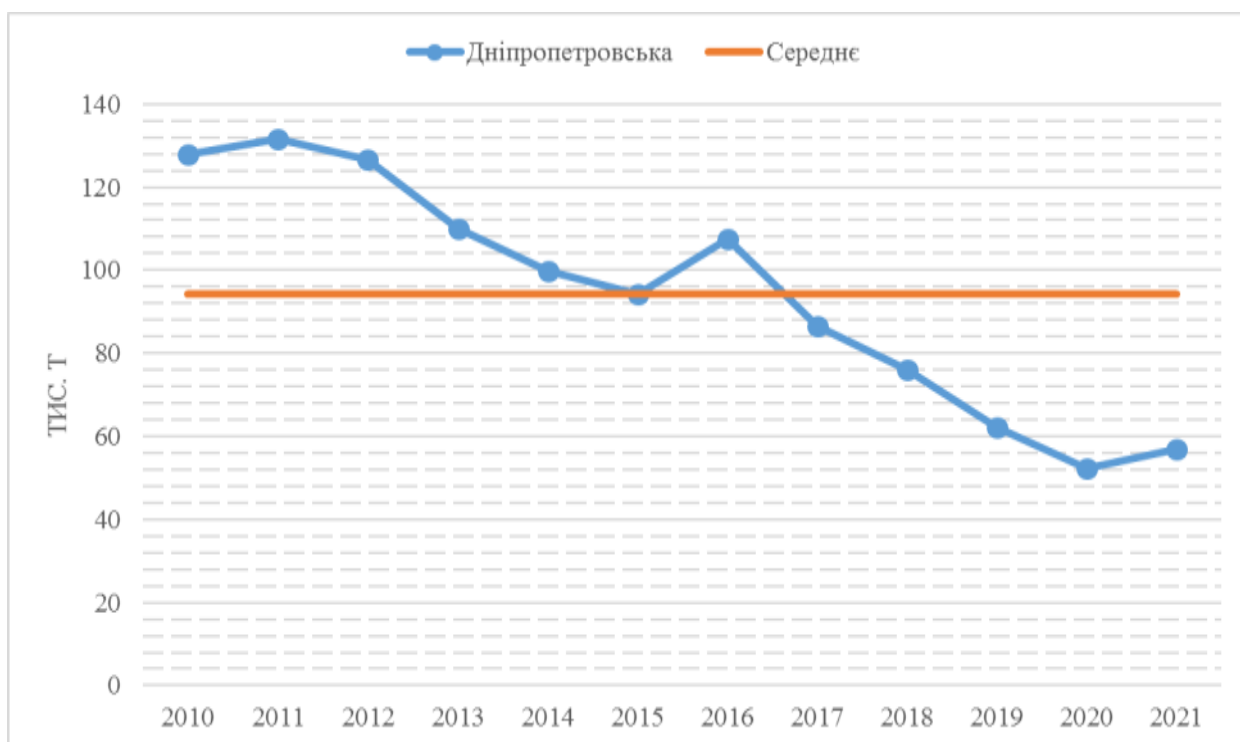


Рис. Г.4 Динаміка викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел у атмосферне повітря за період 2010-2021 рр. по Дніпропетровській області (Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок)

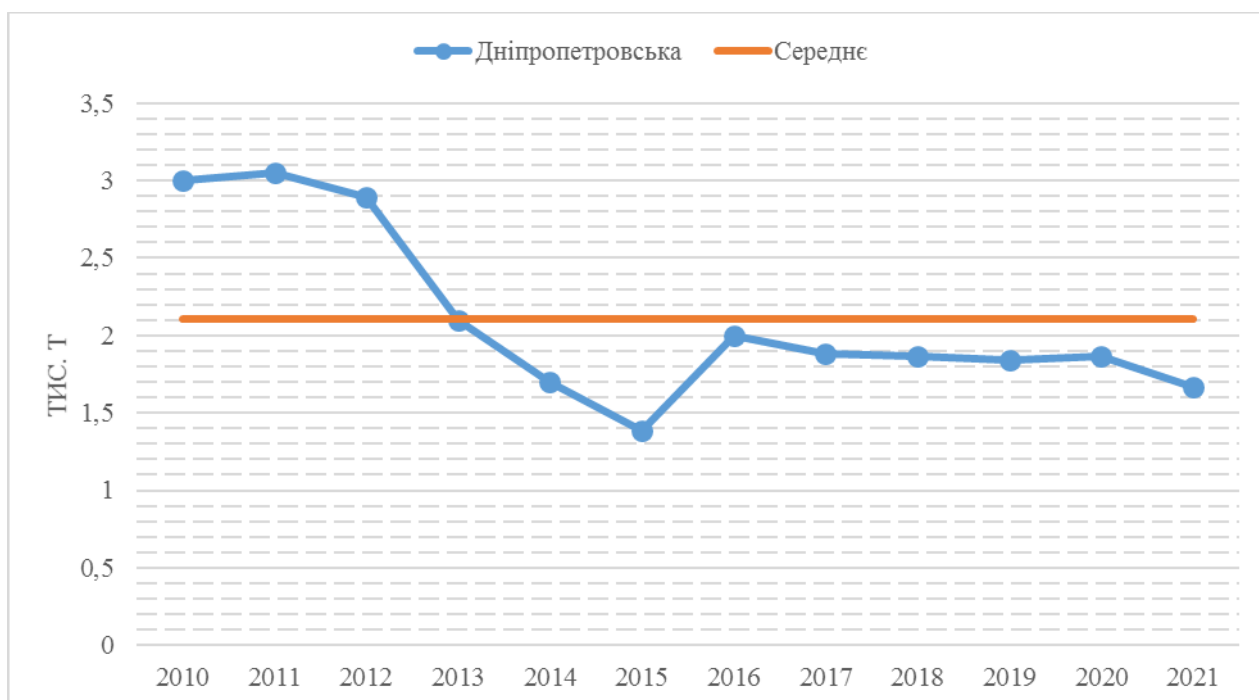


Рис. Г.5 Динаміка викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел у атмосферне повітря за період 2010-2021 рр. по Дніпропетровській області (Неметанові леткі органічні сполуки)



Рис. Г.6 Динаміка викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел у атмосферне повітря за період 2010-2021 рр. по Дніпропетровській області (Діоксид вуглецю)

Додаток Д.

Графіки середньої щільності (2010 – 2021 рр.) викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення

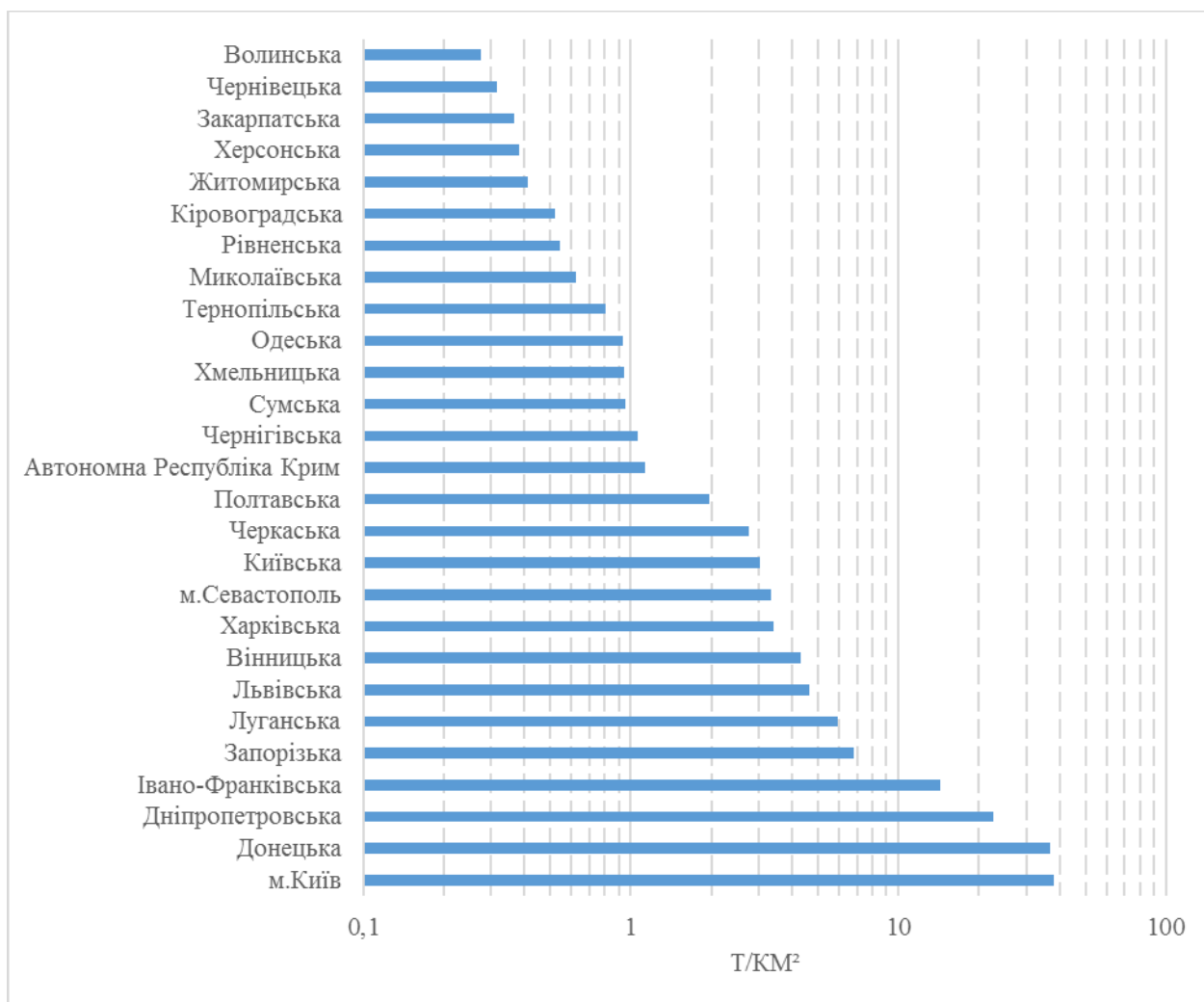


Рис. Д.1 Середня щільність викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення у розрахунку на квадратний кілометр за регіонами

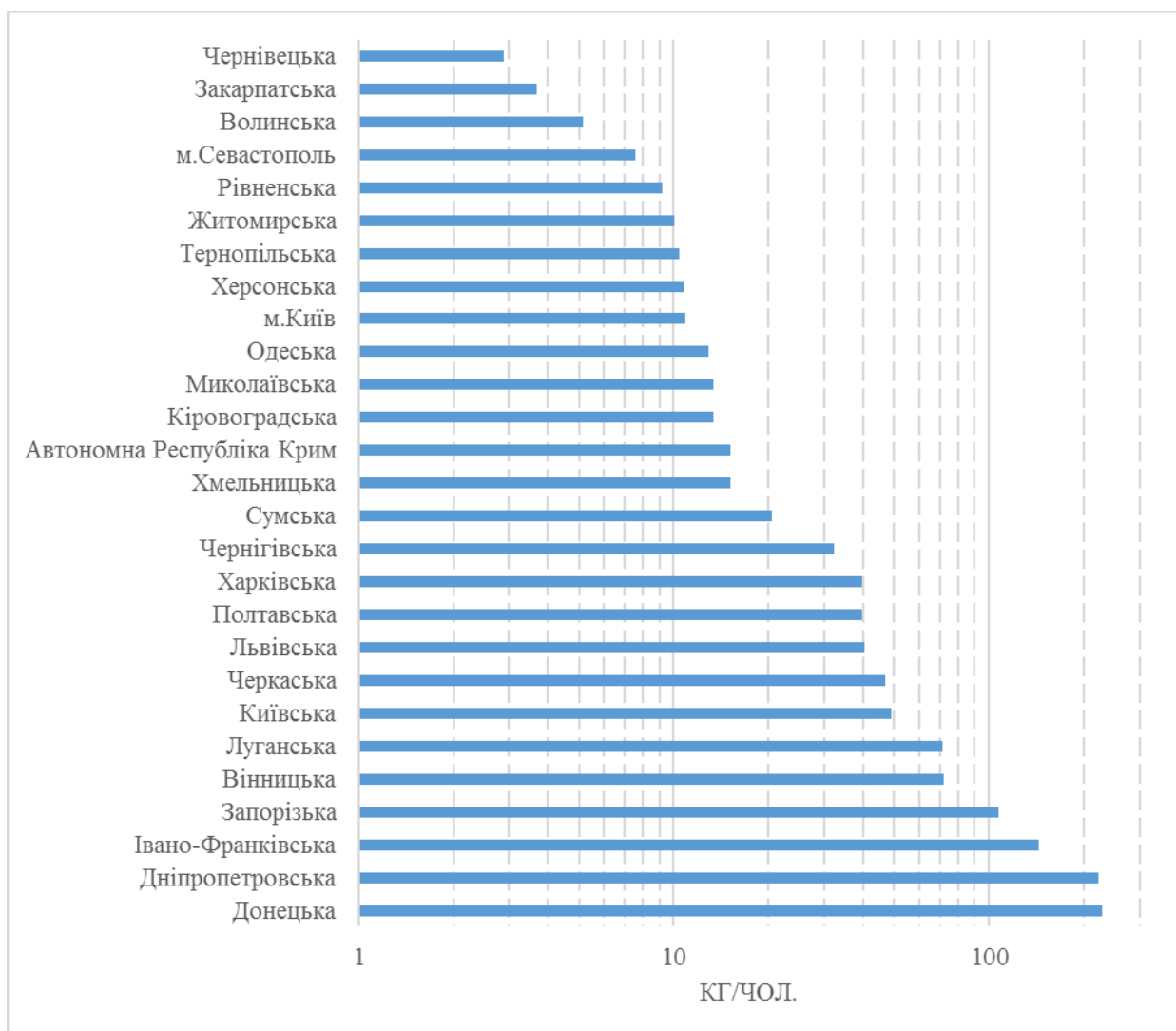


Рис. Д.2 Середня щільність викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення у розрахунку на одну особу за регіонами

Додаток Е.

Графіки динаміки щільності викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення за період 2010-2021 рр. по Дніпропетровській області

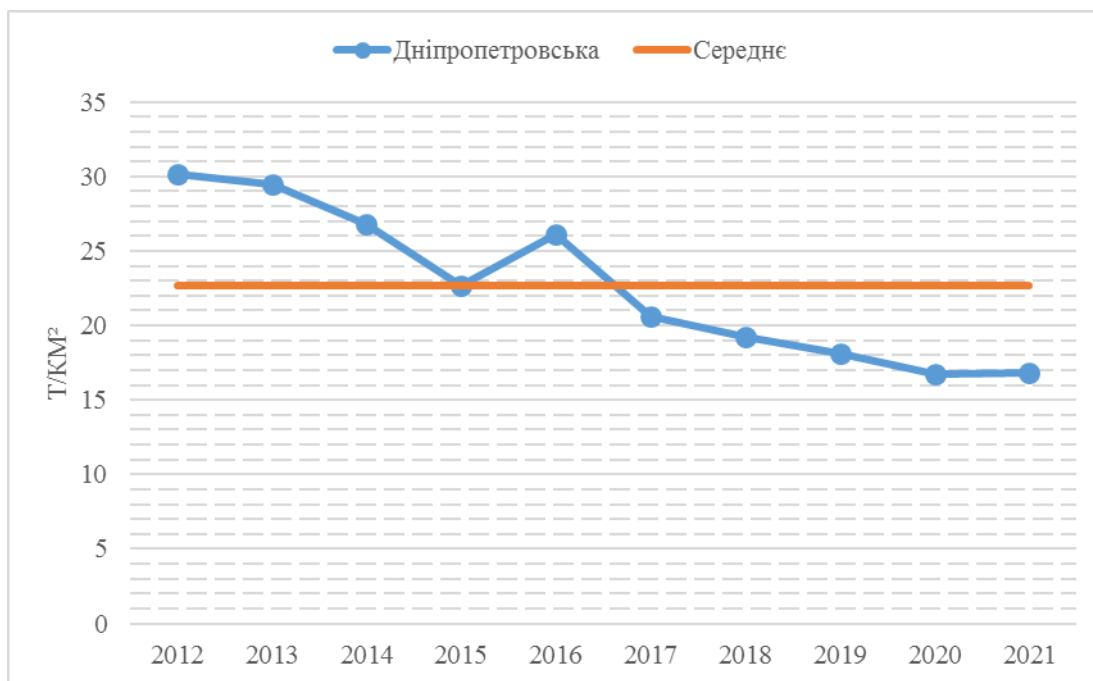


Рис. Е.1 Динаміка щільності викидів забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення у атмосферне повітря за період 2010-2021 рр. по Дніпропетровській області (у розрахунку на квадратний кілометр)

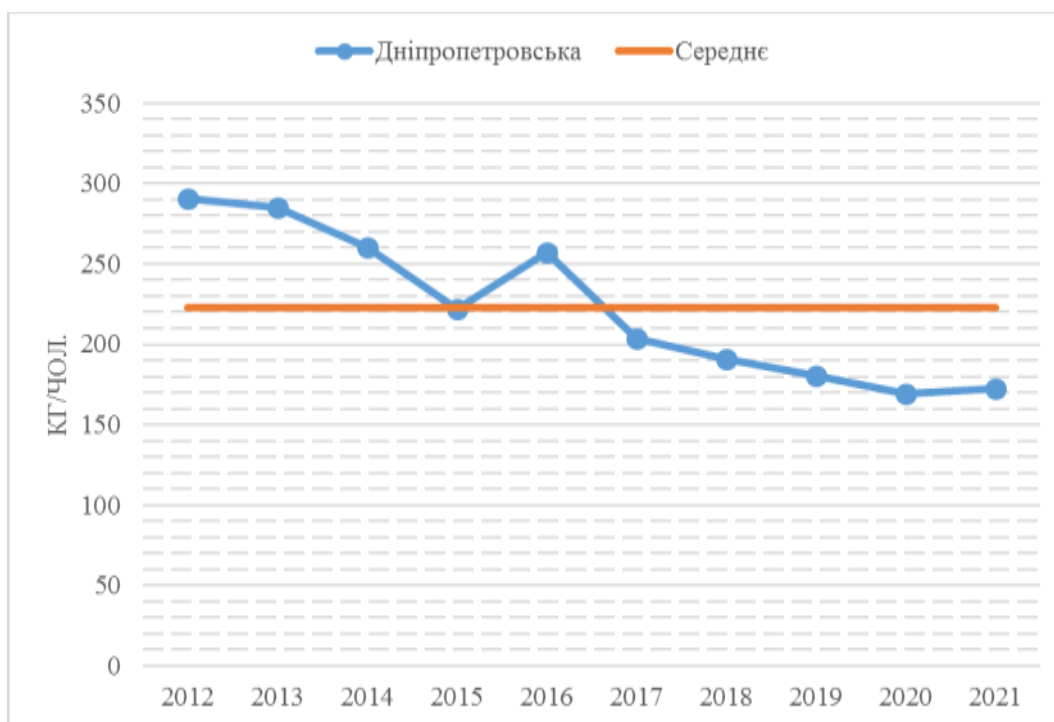


Рис. Е.2 Динаміка щільності викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення у розрахунку на одну особу за період 2010-2021 рр. по Дніпропетровській області