

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ  
СТУСА

КРИВОШЕЯ СОФІЯ ВАСИЛІВНА

Допускається до захисту:  
завідувача кафедри біофізики і фізіології  
кандидат хім. наук, доцент  
\_\_\_\_\_ О. І. Доценко  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ  
У М. ВІННИЦЯ**

Спеціальність 101 Екологія  
Кваліфікаційна (магістерська) робота

Науковий керівник:  
Г. В. Тарадіна  
\_\_\_\_\_

Оцінка: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Голова ЕК: \_\_\_\_\_

Вінниця 2022

## АНОТАЦІЯ

**Кривошея С.В.** Оцінка екологічного стану атмосферного повітря у м. Вінниця. Спеціальність 101 «Екологія», Освітня програма «Екологія». Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця, 2022.

У кваліфікаційній (магістерській) роботі досліджено стан атмосферного повітря м. Вінниця. Виявлено основні забруднюючі речовини, їх зміну в динаміці впродовж 2020-2022 років. Встановлено, що стан атмосферного повітря за рівнем забрудненості відповідає класу якості, що характеризує повітря як «слабко забруднене».

Ключові слова: якість атмосферного повітря, моніторинг, рівень забрудненості.

37 с., 5 табл., 15 рис, 29 джерел.

**Kryvosheia Sofiia.** Assessment of the ecological state of atmospheric air in Vinnytsia. Specialty 101 "Ecology", Educational program "Ecology ". Vasyl Stus Donetsk National University, Vinnytsia, 2022.

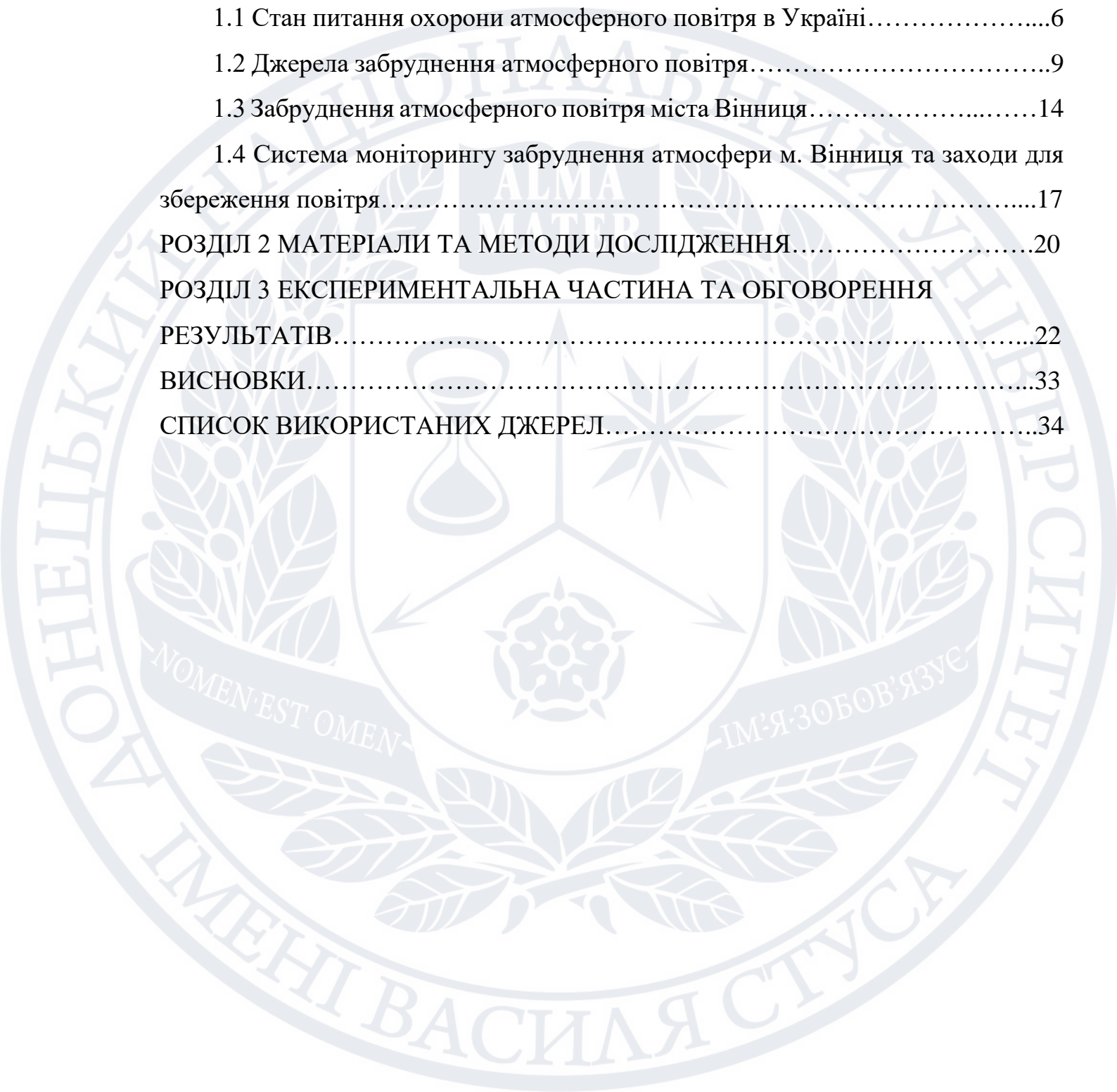
In the qualification (master's) work it was investigated the state of atmospheric air in Vinnytsia was investigated. The main pollutants and their change in dynamics during 2020-2022 have been identified. It was established that the state of the atmospheric air in terms of the level of pollution corresponds to the quality class, which characterizes the air as "slightly polluted".

Keywords: atmospheric air quality, monitoring, pollution level.

37 p., 5 tabl., 15 Fig, 29 Bibliography items.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	6
1.1 Стан питання охорони атмосферного повітря в Україні.....	6
1.2 Джерела забруднення атмосферного повітря.....	9
1.3 Забруднення атмосферного повітря міста Вінниця.....	14
1.4 Система моніторингу забруднення атмосфери м. Вінниця та заходи для збереження повітря.....	17
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	20
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА ТА ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	22
ВИСНОВКИ.....	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	34





## ВСТУП

Атмосферне повітря є одним з основних життєво важливих елементів навколишнього природного середовища. Збереження та відновлення природного стану атмосферного повітря, створення сприятливих умов для життєдіяльності, забезпечення екологічної безпеки та запобігання шкідливому впливу атмосферного повітря на здоров'я людей та навколишнє природне середовище регулюються Законом України «Про охорону атмосферного повітря» [4]. Цей Закон визначає правові й організаційні основи та екологічні вимоги в галузі охорони атмосферного повітря і спрямований на збереження та відновлення природного стану атмосферного повітря, створення сприятливих умов для життєдіяльності, забезпечення екологічної безпеки та запобігання шкідливому впливу атмосферного повітря на здоров'я людей та навколишнє природне середовище.

Основні джерела забруднювачів повітря відрізняються в різних регіонах країни, але як правило, ключові джерела включають промисловий сектор (теплова енергетика, станції, плавильні заводи, цементні заводи, хімічна промисловість), транспортний сектор, лісові пожежі, побутове використання палива та спалювання відходів. Результуючі викиди з цих джерел впливають на здоров'я людини, екосистеми, від яких залежить життєдіяльність, матеріали та інфраструктура, зміни клімату та біорізноманіття.

Метою дослідження було дослідити якість атмосферного повітря у м. Вінниця.

### ***Завдання даного дослідження:***

1. Опрацювати відкриті дані статистики постів спостережень у м. Вінниця, звести та порівняти їх із попередніми роками, зробити висновки.
2. Дослідити стан атмосферного повітря м. Вінниця та можливі джерела його забруднення
3. Визначити індекс забрудненості атмосферного повітря м. Вінниця

***Об'єкт дослідження:*** атмосферне повітря Вінниці

***Предмет дослідження:*** стан атмосферного повітря міста Вінниця.

**Методи дослідження:** аналіз наукової літератури, систематизація та узагальнення даних, статистичні методи аналізу даних.

**Структура та обсяг роботи.** Загальний обсяг роботи становить 37 сторінок. Робота складається з вступу, 3 розділів, висновків та списку використаних джерел.



## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1 Стан питання охорони атмосферного повітря в Україні

В усьому світі, і в Україні зокрема, проблема забруднення навколишнього середовища загалом і атмосферного повітря у тому числі, стоїть дуже гостро. Так, у 2017 році Всесвітня організація охорони здоров'я визнала, що Україна має найвищий у світі рівень смертності від забрудненого повітря, а у звіті Європейського агентства з навколишнього середовища та Агентства охорони здоров'я ЄС від 16 жовтня 2019 року зазначено, що «забруднення повітря наразі найбільше важливий екологічний ризик для здоров'я людини» [1]

Щоб виправити цю ситуацію, у світі вживаються різноманітні заходи щодо зменшення забруднення навколишнього середовища, запобігання змінам клімату шляхом зменшення антропогенних викидів та збільшення поглинання парникових газів, забезпечення поступового переходу до низьковуглецевого розвитку. Зокрема, прийнято Рамкову конвенцію ООН про зміну клімату, Кіотський протокол, Паризьку угоду та ін.

Таким чином, при прийнятті управлінських рішень необхідно враховувати їх вплив на довкілля, що призводить до необхідності розрахунку екологічної ефективності управлінських рішень [1]. Визначення ефективності є однією з важливих проблем у житті людини та суспільства. Адекватно оцінена результативність за відповідними показниками дозволяє розробляти і приймати правильні рішення щодо раціональності своєї діяльності. Коли мова заходить про екологічну ефективність, виникає ще більше питань, головне з яких полягає в тому, щоб адекватно і однозначно визначити екологічний ефект.

Існує багато публікацій щодо оцінки екологічної ефективності для різних типів виробництва, але більшість інформації з цього питання можна знайти в ISO 14031:2013 «Управління навколишнім середовищем — Оцінка екологічної ефективності — Рекомендації», але для цього немає чіткого алгоритму чи математичного забезпечення, неможливе і програмне забезпечення на його



основі. Законодавство України не дає визначення терміну «екологічна ефективність». Крім того, більшість авторів навіть по-різному підходять до терміну «екологічна ефективність». Однак є чимало публікацій, в яких термін «екологічна ефективність» взагалі не пояснюється, а сприймається як щось інтуїтивне, що часто призводить до дивних формулювань на зразок «екологічна ефективність вугільного котла». Однак для визначення екологічної ефективності необхідно, перш за все, мати необхідну інформацію, в тому числі про забруднення повітря. На даний момент існує інформація про конкретні кількісні показники забруднення атмосферного повітря, але необхідна комплексна безперервна оцінка, що створює єдину систему екологічного моніторингу приземного шару атмосфери України, яка має бути запроваджена з метою забезпечення екологічної безпеки, створення сприятливого середовища, запобігання шкідливим впливам забрудненого повітря на здоров'я людини та навколишнє середовище в Україні. На сьогоднішній день така система є недостатньо ефективною, має значні проблеми та недоліки [2].

Для виправлення цієї ситуації на підтримку чинних нормативно-правових актів (Закону України (ЗУ) «Про охорону атмосферного повітря» [3], «Про охорону навколишнього природного середовища» [4] та ін.), ряду нових прийнято: ЛОУ «Про оцінку впливу на довкілля» від 23 травня 2017 р. № 2059-VIII [5], «Про стратегічну екологічну оцінку» від 20 березня 2018 р. № 2354-VIII [6], Постанова КМУ «Деякі питання державного моніторингу у сфері охорони атмосферного повітря» від 08.08.2019 р. № 827 [7] та ін. У зазначених нормативних актах провідне місце відводиться різним видам моніторингу, зокрема, очевидно, і у сфері охорони атмосферного повітря: 1) моніторинг впливу на довкілля під час здійснення запланованої діяльності (статті 6, 9 та 13 ЗУ [5]); 2) постпроектний моніторинг (статті 6, 9 та 13 ЗУ [5]); 3) здійснення моніторингу наслідків реалізації документа державного планування на навколишнє природне середовище, у тому числі на здоров'я населення (статті 5, 9, 11 та 17 ЗУ [6]).

Виходячи з переліченої вище нормативної документації, необхідна

організація постійного моніторингу для забезпечення збору, обробки, зберігання та аналізу інформації про якість атмосферного повітря, для оцінки та прогнозування її змін і ступеня небезпеки, розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо прийняття управлінських рішень у сфері охорони атмосферного повітря, у сфері охорони навколишнього природного середовища та інформування громадськості про якість повітря, вплив забруднення на здоров'я та життєдіяльність населення [1].

На основі даних та відомостей, отриманих у результаті моніторингу атмосферного повітря, визначається рівень забруднення атмосферного повітря на певній території за певний період часу; моніторинг та оцінка впливу на якість атмосферного повітря заходів, спрямованих на обмеження викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, оцінка впливу забруднення атмосферного повітря на навколишнє природне середовище, здоров'я та життя населення [1].

Незважаючи на те, що екологічне законодавство України є об'ємним і містить понад 300 різних нормативно-правових актів, до недавнього часу воно було повністю позбавлене механізмів моніторингу та виконання, а також участі громадськості у прийнятті рішень у сфері охорони довкілля. Це призвело до відсутності належного моніторингу та державного контролю за основними забруднювачами, які уникали інвестування в обладнання для контролю за викидами. Це, в свою чергу, призвело до постійного загострення екологічних проблем, які включають у тому числі надзвичайно високий рівень забруднення атмосферного повітря [1].

Забруднення повітря визначено як одну з ключових екологічних проблем країни в Законі "Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року, де забруднення атмосферного повітря визначено як є одна з найгостріших екологічних проблем. Незважаючи на певний спад виробництва в Україні, рівень забруднення атмосферного повітря великих міст і промислових регіонів залишається стабільно високим [8]. Фактично дві третини населення країни проживає на територіях, де стан атмосферного повітря не



відповідає гігієнічним нормативам, що впливає на загальну захворюваність населення [8].

## 1.2 Джерела забруднення атмосферного повітря

Існують різні підходи до класифікації поллютантів атмосферного повітря [9]. Є різні підходи до класифікації забруднень навколишнього середовища. Іноді їх поділяють на механічні, хімічні, фізичні й біологічні. До механічних забруднень відносять різні предмети у воді в ґрунті, а також тверді частинки різної величини. Хімічні забруднення - це різноманітні природні речовини, рідкі, тверді та газоподібні, які надходять у біосферу. Фізичними забрудненнями є всі види енергії, що надходять як відходи промислових підприємств. Під біологічними забрудненнями розуміють організми, які з'явилися у результаті діяльності людини і завдають шкоди природі.

Основними джерелами забруднення атмосфери є природні, промислові і побутові процеси (рис. 1.1). Їх об'єднують у чотири групи [2]:

- забруднювачі природного походження (мінеральні, рослинні, тваринні, мікробіологічні);
- забруднювачі, які утворюються при згоранні палива для потреб промисловості; забруднювачі, які утворюються в результаті промислових викидів;
- забруднювачі, зумовлені згоранням і переробкою побутових і промислових відходів.

Основна маса забруднювачів повітря утворюється у результаті спалювання органічних енергоносіїв (вугілля, нафти, газу, торфу, сланців, деревини). У містах до 60 % забруднень припадає на автотранспорт. Забруднення повітря стає великою соціальною і економічною проблемою для багатьох розвинутих країн, особливо для великих міст та промислових агромеліорацій. У промислових районах за добу випадає понад 1 т пилу на 1 км квадратний, у забруднених містах за рік більше як 1 кг на 1 км квадратний пилу і сажі.



Рис. 1.1. Основні джерела забруднення атмосферного повітря

Промислове забруднення атмосферного повітря створює велику небезпеку для здоров'я людей. Таке забруднення повітря різко посилюється у зв'язку із спалюванням величезної кількості вугілля, нафти, газу та викидів в атмосферу промислових відходів. Вторинним забрудненням атмосферного повітря є смог [9, 10].

Смог - вторинне кумулятивне забруднення повітря, яке виникає внаслідок розкладання у повітрі забруднювачів сонячним промінням, тобто це фотохімічне явище, головний отруйний компонент якого є озон ( $O_3$ ). Додатковими складовими смогу є чадний газ ( $CO$ ), сполуки азоту ( $NO_3$ ), перекис ацетилнітрату, азотна кислота ( $HNO_3$ ).

Забруднені маси повітря переносяться на значні відстані, тому у зони димового забруднення попадають сільськогосподарські поля, які можуть знаходитися на значній відстані від його джерел (в Україні Чорнобиль). Виникає так званий трансграничний перенос забруднювачів.

В Законі України "Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року, основними забруднювачами

атмосферного повітря та джерелами викидів парникових газів в Україні є підприємства добувної і переробної промисловості, теплоенергетики, автотранспорт [8].

Викиди в атмосферне повітря в основному складаються з оксидів азоту (NO), оксиду вуглецю (CO<sub>2</sub>), діоксиду сірки (SO<sub>2</sub>) та пилу, високих концентрацій поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ), важких металів, таких як берилій, кадмій, нікель, хром, свинець, які також постійно фіксуються у повітрі промислово розвинених міст [11].

За даними звіту Державної служби статистики "Довкілля України 2020" [14] на стаціонарні джерела припадає більш ніж 60% викидів забруднюючих речовин. Близько 90% з них - на добувну (~30%) та переробну (~20%) промисловість, а також енергетику (~40%). Нестационарні джерела в основному пов'язані з автомобільним транспортом - близько 35% від загального забруднення.

В значній мірі через забруднення навколишнього середовища тривалість життя в Україні значно нижча, ніж в інших країнах Європи, і становить в середньому близько 66 років (у Швеції цей показник становить 80 років, а в Польщі - 74 роки). Канцерогенний ризик у 2009 році досяг 6,4-13,7 випадків раку на тисячу осіб, що значно перевищує міжнародні показники ризику. Оціночні втрати здоров'я населення лише від забруднення міського атмосферного повітря (PM<sub>2,5</sub>) в Україні становили близько шести відсотків від загальної смертності в Україні. Це робить Україну країною з найвищим впливом забруднення повітря на здоров'я населення в Європі [1].

Основою законодавства про якість повітря в Україні є Закон "Про охорону атмосферного повітря" [5] Закон встановлює стандарти якості повітря, гранично допустимих викидів стаціонарними джерелами, заходів з охорони атмосферного повітря, зобов'язань держави та підприємств щодо якості повітря, моніторингу якості повітря, а також положень про штрафні санкції.

Закон приведено у відповідність до Директиви ЄС про якість повітря, але більшість особливостей, таких як порогові значення, положення про моніторинг, а також короткострокові та довгострокові плани дій щодо поліпшення якості

повітря, включені до підзаконних актів. Додаткове, більш конкретне законодавство міститься в декількох підзаконних актах. Що стосується якості повітря, то Порядок здійснення державного моніторингу атмосферного повітря [11] є найважливішим підзаконним актом, який містить більшість положень Директиви ЄС про якість атмосферного повітря.

Він встановлює зони та агломерації для моніторингу якості повітря, забруднюючі речовини, що підлягають моніторингу, пороги оцінки та граничні значення. Граничні значення якості атмосферного повітря, що відповідають Директиві про якість повітря, наведені в Таблиці 1.

Таблиця 1.1 – Гранично допустимі концентрації деяких забруднюючих речовин атмосферного повітря.

Забруднювач	Середній період	Граничне значення
SO <sub>2</sub>	1 год	350 мкг/м <sup>3</sup> , не можна перевищувати більше, ніж 24 рази на календарний рік
	24 год	125 мкг/м <sup>3</sup> , не можна перевищувати більше, ніж 3 рази на календарний рік
NO <sub>2</sub>	1 год	200 мкг/м <sup>3</sup> , не можна перевищувати більше, ніж 18 разів на календарний рік
	1 рік	40 мкг/м <sup>3</sup>
CO	Середнє значення за 8 год	10 мкг/м <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	24 год	50 мкг/м <sup>3</sup> , не можна перевищувати більше, ніж 35 разів на календарний рік
	1 рік	40 мкг/м <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub>	1 рік	25 мкг/м <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Середнє значення за 8 год	Не можна перевищувати більше 25 днів у рік, в середньому за 3 роки

Оскільки на великі стаціонарні джерела припадає понад 50% усіх викидів, законодавство, яке регулює ці викиди, також є дуже актуальним для сфери охорони атмосферного повітря. Наказ "Про затвердження технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин забруднюючих речовин



із теплоелектростанцій з номінальною тепловою потужністю понад 50 МВт15 є українським еквівалентом Директиви 2001/80/ЄС про обмеження викидів деяких забруднюючих речовин в атмосферне повітря від великих спалювальних установок [12].

Однією з основних причин забруднення повітря в Україні є вугільні електростанції. Енергетичний сектор здебільшого покладається на викопне та ядерне паливо. Понад 70% споживання первинної енергії припадає на різні види викопного палива, і більша його частина використовується на великих спалювальних установках. 34% електроенергії в країні виробляється величезним парком з 20 вугільних електростанцій із загальною кількістю 108 енергоблоків. Всі вони були побудовані до 1976 року, жодна з них не має обладнання для сіркоочищення, а більшість з них не мають належним чином функціонуючих пилових фільтрів. Оскільки багато з них використовуються також для виробництва тепла, вони, як правило, розташовані в густонаселених районах, разом із супутніми об'єктами, такими як золовідвали [13].

Основним забруднювачем повітря пересувних джерел є транспорт.

Пересувні джерела забруднення повітря поділяються на дві категорії: дорожні та позашляхові.

До дорожніх транспортних джерел відносяться:

- мотоцикли;
- легкові та вантажні автомобілі;
- комерційні вантажівки та автобуси.

До позашляхових транспортних засобів належать:

- літаки;
- важка техніка;
- локомотиви;
- морські судна;
- засоби для відпочинку (снігоходи, всюдиходи та ін.);
- малі двигуни та інструменти (газонокосарки тощо).

Пересувні джерела утворюють викиди:

- парникових газів, які сприяють зміні клімату;
- летких органічних сполук і оксидів азоту (NO<sub>x</sub>), які об'єднуються, утворюючи приземний озон, який викликає напади астми, пошкоджує легеневу тканину та завдає шкоди лісам і посівам;
- дрібних твердих частинок (PM), які спричиняють пошкодження органів дихання та серцево-судинної системи та призводять до помутніння, що обмежує видимість;
- токсичних та канцерогенних сполук, таких як бензол, альдегіди та бутадиєн;
- чадний газ (CO), який перешкоджає доставці кисню до органів і тканин організму.

Токсичні та канцерогенні забруднювачі повітря викликають занепокоєння, оскільки відомо, що вони спричиняють рак у людей, і становлять загрозу навіть у дуже малаєньких дозах. Захворювання, що загострюються через забруднення повітря, включають хронічний синусит, бронхіт, астму та алергію. Дослідження показують, що забруднене повітря створює значний ризик легеневих проблем у маленьких дітей і людей похилого віку, а також пошкоджують імунну систему здорових дорослих.

Моніторинг якості повітря офіційно проводиться у 53 містах України на 162 стаціонарних постах, двох маршрутних постах та двох транскордонних постах. Обов'язковий моніторинг якості повітря на національному рівні охоплює сім забруднюючих речовин: пил (з використанням архаїчного методу, який вимірює лише загальні зважені частинки (ЗВЧ)), діоксид азоту (NO<sub>2</sub>), діоксид сірки (SO<sub>2</sub>), оксид вуглецю (CO<sub>2</sub>), формальдегід (H<sub>2</sub>CO), свинець та бензопірен. Державною службою статистики готуються щорічні звіти про стан навколишнього середовища [15]

### **1.3 Забруднення атмосферного повітря міста Вінниця**

Моніторингові станції у Вінниці встановлено жителями міста, незалежними проєктами, організаціями та органами місцевого самоврядування.

Станції моніторингу якості повітря у Вінниці знаходяться за адресами: Соборна 36, станція Замостя, станція Вишенька, Станція моніторингу стану повітря вул. Київська, 5, вулиця Стеценка, 75, і вимірюють дані, такі як: індикатори стану повітря, відносна вологість, пил 10 мкм, пил 10 мкм, атмосферний тиск, температура.

Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря у Вінницькій області протягом 2010-2018 років показала коливання обсягів викидів від стаціонарних джерел. Більше половини всіх викидів в атмосферне повітря області забезпечують пересувні джерела, з яких ледь частка припадає на автотранспорт.

Густина викидів забруднюючих речовин за розрахунком на квадратний кілометр у Вінниці становить 36 т. За показниками Вінниця стає на друге місце після Ладижина, в якого 3342 тонни.

Слідкує з якістю атмосферного повітря ДУ «Вінницький лабораторний центр МОЗ України».

За даними лабораторного центру, за попередні роки значних змін стану повітря м. Вінниця не відбулося. Винятком є тільки діоксид азоту: зменшились концентрації максимальні та середні [19].

За статистичними даними, за 2019 р. в довкілля Вінницької області від стаціонарних джерел забруднення потрапило майже 99,7 тис. т забруднюючих речовин. Порівняно з 2018 р. обсяг викидів збільшився на 2,5% , що пов'язано зі збільшенням розведення свійської птиці та розподілення газоподібного палива через місцеві (локальні) трубопроводи.

Підприємства енергетичної промисловості, сільського господарства, переробної промисловості, та транспортні підприємства залишаються найбільшими забруднювачами повітря [20].

Згідно даних ДУ «Вінницький обласний лабораторний центр МОЗ України», у 2019 р. 6,9% проб повітря, які відбирали в міській та сільській місцевості, не відповідали нормам за вмістом забруднюючих речовин (у 2018 р. – 5,3%, у 2017 р. – 2,9%).



Протягом 2015 – 2019 років спостерігалася тенденція до зниження вмісту в атмосферному повітрі міста Вінниці кадмію, марганцю, міді, хрому, заліза, нікелю, трохи зросли показники свинцю і цинку (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі міста Вінниці

Назва забруднюючої речовини	Середньорічний вміст, мг/м <sup>3</sup>	Середньодобові ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Максимальні разові ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Максимальний вміст, мг/м <sup>3</sup>
Пил	0,1	0,7	0,4	0,2
Діоксид сірки	0,001	0,03	0,08	0,03
Оксид вуглецю	1	0,3	0,66	2
Діоксид азоту	0,1	2,8	4	0,7
Фтористий водень	0,005	1,2	1,5	0,006
Аміак	0,01	0,3	0,1	0,03
Формальдегід	0,004	0,3	1	0,03
Кадмій	0	0,02	1	0
Залізо	0,81	4,3	40	1,21
Марганець	0,03	0,05	0,63	0,04
Мідь	0,04	0,19	2	0,06
Нікель	0,03	0,04	1	0,04
Свинець	0,03	0,04	0,3	0,05
Хром	0,03	0,06	0,78	0,05
Цинк	0,11	0,21	50	0,178

У вересні 2020 р. спостереження за вмістом шкідливих речовин повітрі м. Вінниці проводилися лабораторією спостережень за забрудненням атмосфери (ЛСЗА) Вінницького ЦГМ на двох стаціонарних постах: № 1, який знаходиться на вулиці Київська, 25; № 2 – на Немирівському шосе, 29.

Було визначено 15 забруднювальних домішок, основні з них – завислі речовини, діоксид сірки, оксид вуглецю та діоксид азоту та специфічні:



фтористий водень, аміак, формальдегід та вісім важких металів (залізо, кадмій, манган, мідь, нікель, свинець, хром, цинк).[21]

У вересні в повітрі можна спостерігати помірно високий вміст діоксиду азоту (речовина 3-го класу небезпеки), фтористого водню (речовина 2-го класу небезпеки). Загалом середня концентрація в місті за вересень 2020 р. діоксиду азоту перевищувала ГДК середньодобові (с. д.) у 3,4 рази, фтористого водню – у 0,9 рази. На станції № 2 середньомісячна концентрація діоксиду азоту перевищувала ГДК максимальний рівень (м. р.) у три рази, фтористого водню – у 0,8 рази. На ПСЗ № 1 по діоксиду азоту – у 3,7 разів, по фтористому водню – в один раз.

Максимальні концентрації досягали 1,8 ГДК м. р. по діоксиду азоту і 1,1 ГДК м. р. по фтористому водню. Кількість випадків перевищення ГДК м. р. з діоксиду азоту у вересні становила 44. По фтористому водню було зафіксовано 11 випадків перевищення ГДК м. р.

За індексом забруднення атмосферного повітря (ІЗА) загальний рівень забруднення у вересні загалом був підвищений. Середньомісячні концентрації завислих речовин, діоксиду сірки і оксиду вуглецю на станції спостереження № 1 та № 2 були однакові. [19]

Порівняно з вереснем 2019 р. середні концентрації забруднювальних речовин по м. Вінниці незначною мірою знизилися за рахунок зменшення концентрацій по завислих речовинах, діоксиду азоту, фтористого водню, аміаку. Діоксид сірки, оксид вуглецю, формальдегіду залишилися без змін. Максимальні концентрації забруднювальних речовин також знизилися.

#### **1.4 Система моніторингу забруднення атмосфери м. Вінниця та заходи для збереження повітря**

В Україні є інвестиційне законодавство, в якому, велика частина уваги приділяється необхідності дотримання екологічних норм у процесі інвестиційної діяльності. Законом України «Про інвестиційну діяльність» [22] встановлюється заборона інвестувати в об'єкти, створювати та використовувати ті, які не

відповідають вимогам санітарно-гігієнічних, радіаційних, екологічних, архітектурних та інших норм, установлених законодавством України (ст. 4). У разі порушення екологічних, санітарно-гігієнічних та архітектурних норм державний орган може прийняти рішення про зупинення або припинення інвестиційної діяльності (ст. 21). Також у ст. 8 зазначається, що інвестор зобов'язаний одержати висновок з оцінки впливу на довкілля у випадках та порядку, встановлених Законом України «Про оцінку впливу на довкілля» (№ 2059-УІІ від 23.05.2017).

Для прикладу, перспективи імплементації законодавства з ЄС: поліпшення якості атмосферного повітря як важеля, що дасть змогу уникнути, попередити чи зменшити шкідливий вплив на здоров'я людини і довкілля; зменшення захворюваності і кількості смертей, що спричинені забрудненням повітря ; запровадити стандарти якості атмосферного повітря безпечного для життя та здоров'я людини і довкілля; установити системи управління якістю атмосферного повітря, здійснювати оцінки та контроль для підтримки належної якості або ж поліпшення якості повітря; запровадити моніторинг та збір інформації про стан атмосферного повітря; створити мережі пунктів автоматичного контролю якості атмосферного повітря; інформувати громадян органами державної влади щодо стану атмосферного повітря; належне маркування товарів щодо вмісту забруднюючих речовин, зокрема вмісту летких органічних сполук; розроблення та впровадження місцевих, регіональних чи національних планів поліпшення якості атмосферного повітря.

Для поліпшення стану атмосферного повітря у м. Вінниця за Програмою державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації «Вінниця» на 2021 - 2025 роки передбачається [23]:

- запровадження та модернізація системи моніторингу якості атмосферного повітря на території агломерації «Вінниця» ;
- обслуговування та забезпечення функціонування системи моніторингу атмосферного повітря;

- розроблення, впровадження обслуговування та забезпечення функціонування інформаційно-аналітичної системи даних про якість атмосферного повітря;
- встановлення додаткових індикативних пунктів спостереження за якістю атмосферного повітря на території об'єктів, що побудовані за рахунок інвестиційних коштів;
- оптимізація транспортних потоків на території агломерації «Вінниця» для зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище;
- створення мобільної наземної метеорологічної системи спостережень та базової системи спостережень за якістю атмосферного повітря;
- організація маршрутного (пересувного) пункту спостереження за якістю атмосферного повітря;
- розробка та затвердження планів поліпшення якості атмосферного повітря;
- формування бази даних діючих дозволів на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення суб'єктів господарювання;
- оприлюднення інформації щодо значень концентрацій забруднюючих речовин на стаціонарних постах спостереження за станом атмосферного повітря [23].



## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В дослідження увійшли дані відкритих джерел [24, 24, 25] моніторингу атмосферного повітря м. Вінниця за період 2020-2022 рр.

У м. Вінниця систематичний моніторинг вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі проводиться на 16 стаціонарних пунктах спостереження за забрудненням з відбором проб 6 разів на тиждень. В роботі використовувались дані з постів спостережень Вінницького обласного центру з гідрометеорології:

- Стаціонарний пост № 1 – вул. Київська, 25 / 49.241962, 28.478482;
- Стаціонарний пост № 2 – вул. Немирівське шосе, 29 / 49.231392, 28.518974.

Аналіз хімічних показників здійснювався лабораторією спостережень за забрудненням атмосфери Вінницького центру з гідрометеорології.

Згідно з Постановою КМУ "Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря" [11], обов'язковим є моніторинг концентрацій діоксиду сірки, діоксиду азоту та оксидів азоту, бензолу, оксиду вуглецю, твердих часток (ТЧ<sub>10</sub> і ТЧ<sub>2,5</sub>), бенз(а)пірену, важких металів. Інші речовини можуть бути включені до програми моніторингу за рішенням органів місцевого самоврядування відповідно до особливостей екологічної ситуації.

На першому етапі дослідження було проведено збір, систематизацію та обробку наявної вихідної інформації – концентрацій забруднюючих речовин атмосферного повітря м. Вінниця.

Для оцінки рівня забрудненості атмосферного повітря м. Вінниця використано метод порівняння показників з нормами ГДК [27].

Для визначення якості повітря порівнювали фактичні концентрації забруднюючих речовин з гранично допустимими концентраціями - максимальними концентраціями, при яких протягом усього життя не відбувається прямого чи опосередкованого шкідливого впливу на нинішнє та майбутні покоління, не знижується працездатність, не погіршуються стан



здоров'я та санітарно-гігієнічні умови проживання. ГДК встановлюються на основі багаторічних досліджень у спеціалізованих установах.

Окрім порівняння вимірної концентрації з граничною, враховується клас небезпеки забруднюючих речовин. Таким чином, індекс забруднення атмосфери (ІЗА) дозволяє більш реально врахувати екологічну шкоду, яка завдається забруднювачами різного ступеня шкідливості:

$$ІЗА = \sum_{i=1}^n \left( \frac{q_i}{ГДК_{мр}} \right)^{a_j} \quad (2.1)$$

де  $n$  - кількість домішок, врахованих при розрахунку;

$q_i$  - концентрація  $i$ -ї речовини, мг/м<sup>3</sup>;

ГДК<sub>мр</sub> - максимальна разова ГДК  $i$ -ї речовини, мг/м<sup>3</sup>;

$a_j$  - коефіцієнт співвідношення шкідливості  $i$ -ї речовини з шкідливістю речовини III класу небезпеки ( $\alpha$  для I класу дорівнює 1,7;  $\alpha$  II класу - 1,3;  $\alpha$  III класу - 1,0;  $\alpha$  IV класу - 0,9).

Спрощений показник ІЗА розраховується зазвичай для 5 найбільш значущих речовин, що визначають сумарне забруднення повітря. Сюди входять сірковуглець, діоксид азоту, аміак, бенз(а)пірен, формальдегід, фенол.

Значення ІЗА може змінюватись від часток одиниці до 15-20 - надзвичайно небезпечних рівнів забруднення. Згідно існуючих методик, рівень забруднення атмосфери низький, якщо ІЗА < 5,0; підвищений – при ІЗА від 5,0 до 7,0; високий – при ІЗА від 7,0 до 14,0; дуже високим – при ІЗА > 14,0.

## РОЗДІЛ 3

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА ТА ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

На першому етапі дослідження було проведено збір, систематизацію та обробку наявної вихідної інформації – концентрацій забруднюючих речовин атмосферного повітря м. Вінниця зі стаціонарних постів спостережень. За даними моніторингу розраховані середньомісячні значення показників за 2022 рік – концентрації забруднюючих речовин в кратності ГДК середньодобових (таблиця 3.1) і середньорічні концентрації забруднюючих речовин для періоду 2020-2022 рр. (таблиця 3.2)

Таблиця 3.1 – Середньомісячні концентрації забруднюючих речовин

	PM	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	HF	NH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> O
Січень	0,09	0,029	0,26	1,14	1,43	0,17	0,87
Лютий	0,18	0,022	0,25	0,63	1,41	0,21	1,71
Березень	0,35	0,019	0,25	1,71	1,34	0,22	1,86
Квітень	0,38	0,000	0,25	2,01	1,31	0,08	1,01
Травень	0,52	0,006	0,25	2,13	1,19	0,11	1,55
Червень	0,51	0,000	0,24	2,29	1,28	0,29	2,00
Липень	0,62	0,008	0,22	1,71	1,58	0,17	2,42
Серпень	0,51	0,007	0,21	1,90	0,81	0,28	1,84
Вересень	0,52	0,008	0,25	1,33	0,98	0,27	1,66
Жовтень	0,42	0,000	0,28	1,26	0,74	0,16	2,22
Листопад	0,68	0,000	0,26	1,30	1,62	0,14	0,54

Таблиця 3.2 – Середньорічні концентрації забруднюючих речовин на період 2020-2022 рр.

Рік	PM	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	HF	NH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> O
2020	0,453	0,027	0,32	3,18	1,10	0,27	1,62
2021	0,405	0,002	0,28	2,52	1,53	0,23	1,58
2022	0,434	0,014	0,25	1,58	1,24	0,19	1,61

Оцінка стану атмосферного повітря передбачає визначення показників, основні характеристики та значення яких наведено нижче.

Завислі речовини (PM) - PM розшифровується як тверді частинки (також звані частинками забруднення): термін для суміші твердих частинок і крапель

рідини, що знаходяться в повітрі. Деякі частинки, такі як пил, бруд, кіптява або дим, досить великі або темні, щоб їх можна було побачити неозброєним оком. Інші настільки малі, що їх можна виявити лише за допомогою електронного мікроскопа.

Моніторингові дані зміни концентрації показують що у м. Вінниця на протязі року мінімальні значення спостерігали в січні місяці – 0,09, а найбільші спостерігалися в листопаді місяці (0,68). Навесні концентрат поступово збільшується, що може бути спричинено роботою на будівельних майданчиках, мікрочастинками з ґрунтових доріг, полів, а також унаслідок пожеж.

Більшість частинок утворюється в атмосфері в результаті складних реакцій хімічних речовин, таких як діоксид сірки та оксиди азоту, які є забруднювачами, що викидаються електростанціями, промисловими підприємствами та автомобілями.

Впродовж 2022 року є невелике збільшення середньомісячних концентрацій завислих речовин, хоча воно не перевищує ГДК (рис. 3.1).

Впродовж 2020-2022 змін середньорічних концентрацій завислих речовин концентрацій не виявлено (рис. 3.2).

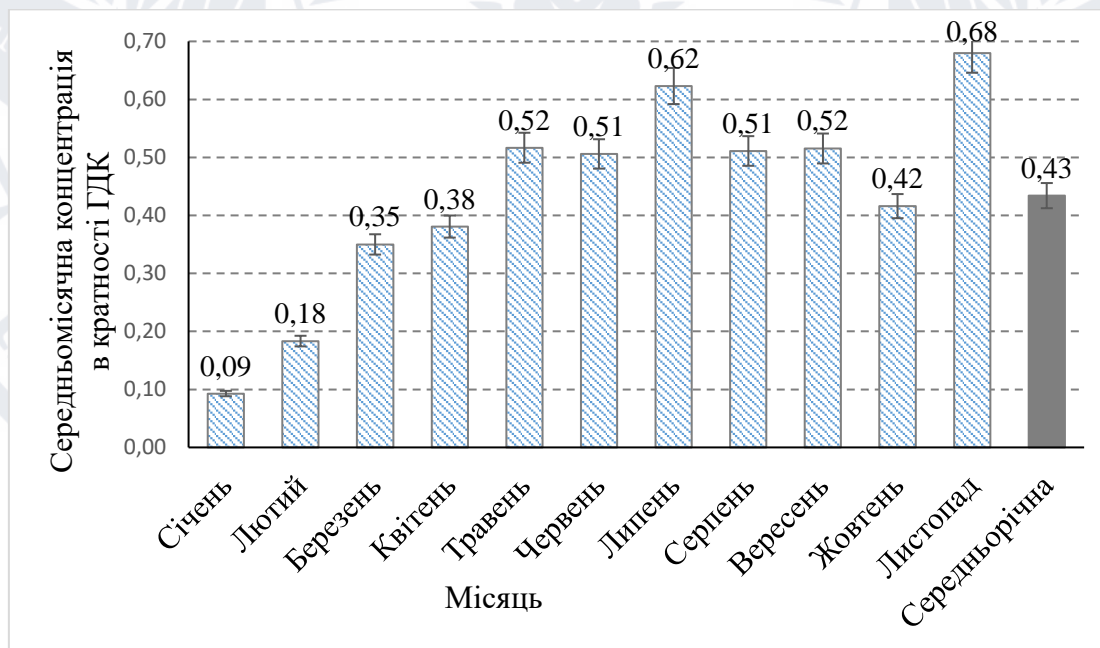


Рис. 3.1. Середньомісячні концентрації завислих речовин (в кратності ГДК с. д.)



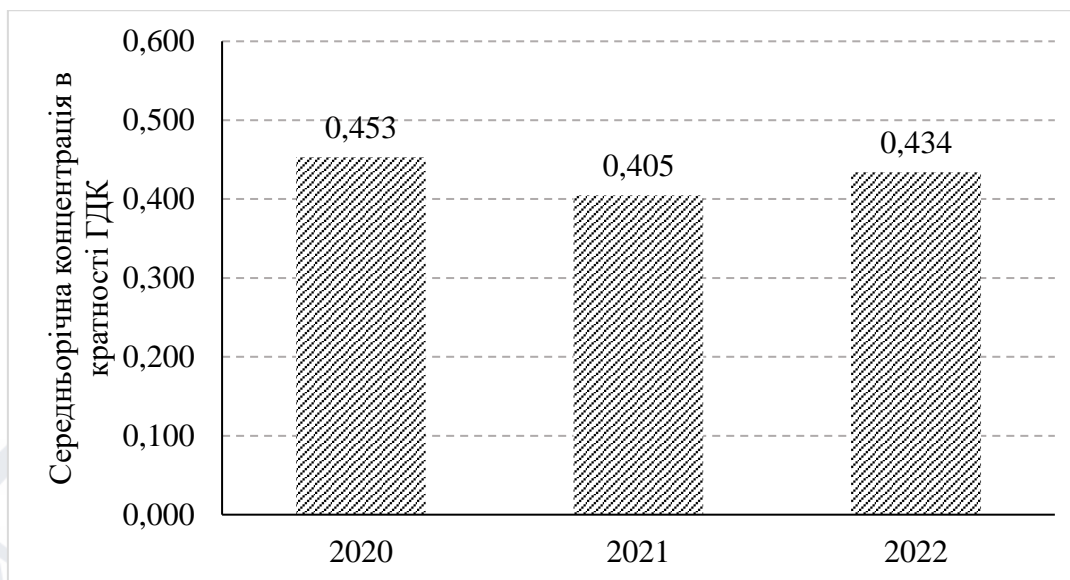


Рис. 3.2. Порівняльна діаграма концентрації завислих речовин (в кратності ГДК с. д.) за період 2020-2022 рр.

Діоксид сірки ( $\text{SO}_2$ ) – безбарвний, розчинний у воді газ із різким запахом. Його виробляють із спалювання викопного палива, наприклад вугілля та нафти. зазвичай діоксид сірки виділяється під час спалювання або окислення палива або інших матеріалів, що містять сірку. Це забруднювач, який сприяє кислотному відкладенню, що, у свою чергу, може призвести до змін якості ґрунту та води. Подальший вплив кислотного осадження може бути значним, включаючи негативний вплив на водні екосистеми в річках і озерах і пошкодження лісів, посівів та іншої рослинності.  $\text{SO}_2$  викиди також погіршують стан астми та можуть послабити функцію легенів і викликати запалення дихальних шляхів. Вони також сприяють утворенню твердих часток в атмосфері, як вторинний забруднювач твердих часток, важливого забруднювача повітря з точки зору його негативного впливу на здоров'я людини. Крім того, утворення сульфатних частинок в атмосфері після виділення  $\text{SO}_2$  призводить до відбиття сонячної радіації, що призводить до чистого охолодження атмосфери.

Протягом року спостерігалось зменшення значень середньомісячних концентрації оксиду сірки (рис. 3.3). Впродовж року зменшення, не перевищує ГДК, Впродовж трьох років спостерігати незначні зміни середньорічних концентрацій оксиду сірки, значення яких не перевищували ГДК (рис. 3.4).

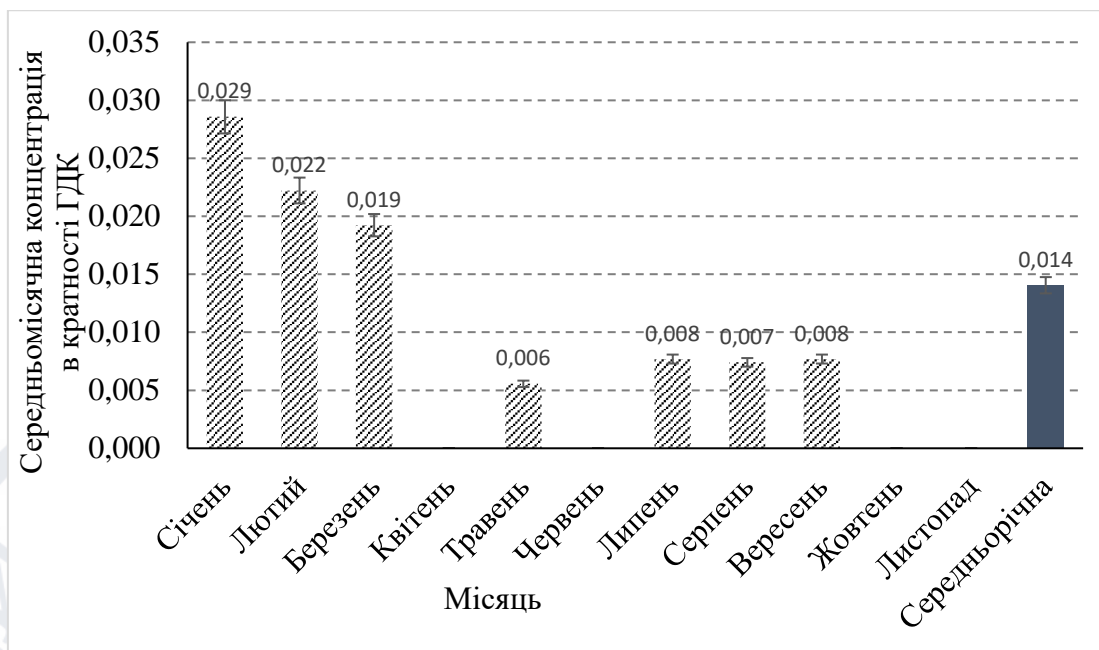


Рис. 3.3. Середньомісячні концентрації діоксиду сірки (в кратності ГДК с. д.)

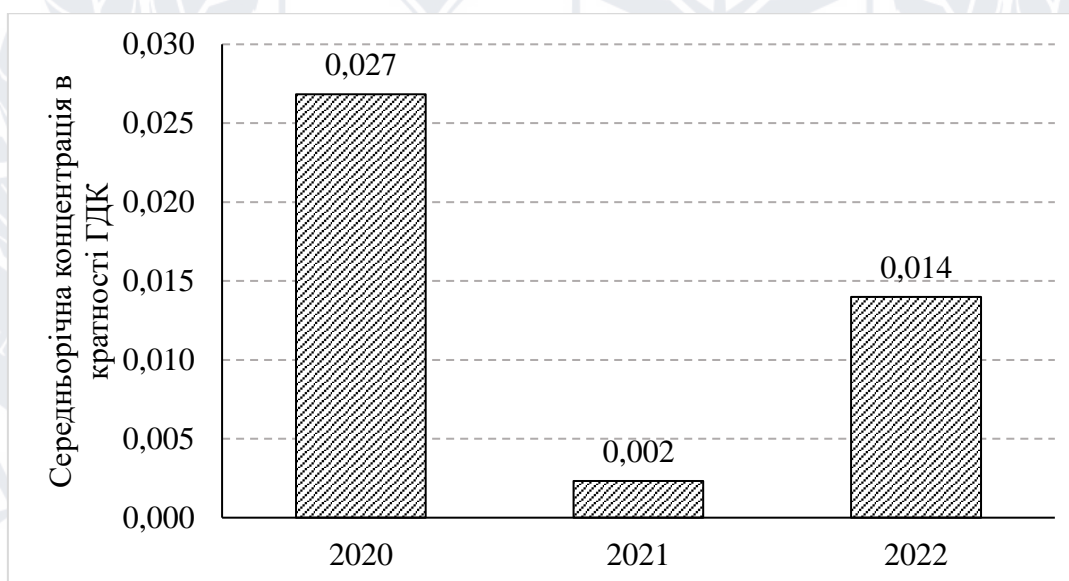


Рис. 3.4. Порівняльна діаграма концентрації діоксиду сірки (в кратності ГДК с.д.) за період 2020-2022 рр.

Оксид вуглецю (CO) – безбарвний газ без запаху, який може бути шкідливим при вдиханні у великих кількостях. CO виділяється, коли щось горить. Найбільшими джерелами CO<sub>2</sub> у зовнішньому повітрі є автомобілі, вантажівки та інші транспортні засоби чи механізми, які спалюють викопне паливо. Різноманітні предмети у вашому домі, такі як невентильовані газові та газові обігрівачі, димоходи та печі, що протікають, а також газові плити, також

виділяють вуглекислий газ і можуть впливати на якість повітря в приміщенні. Чадний газ шкідливий, оскільки зв'язується з гемоглобіном крові, знижуючи здатність крові переносити кисень.

Середньорічний показник концентрації оксиду вуглецю в одиницях кратності ГДК с.д. – 0,25, що нижче ніж в попередні роки (рис. 3.6). Впродовж року ці значення знаходились приблизно на одному рівні (рис. 3.5).

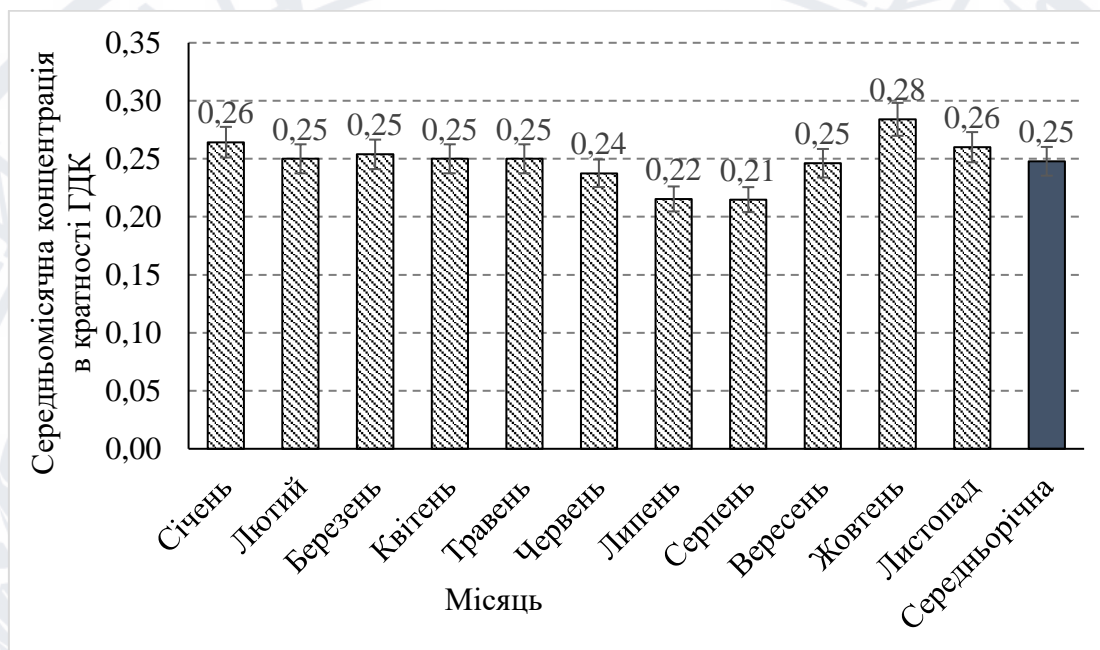


Рис. 3.5. Середньомісячні концентрації оксиду вуглецю (в кратності ГДКс.д.)

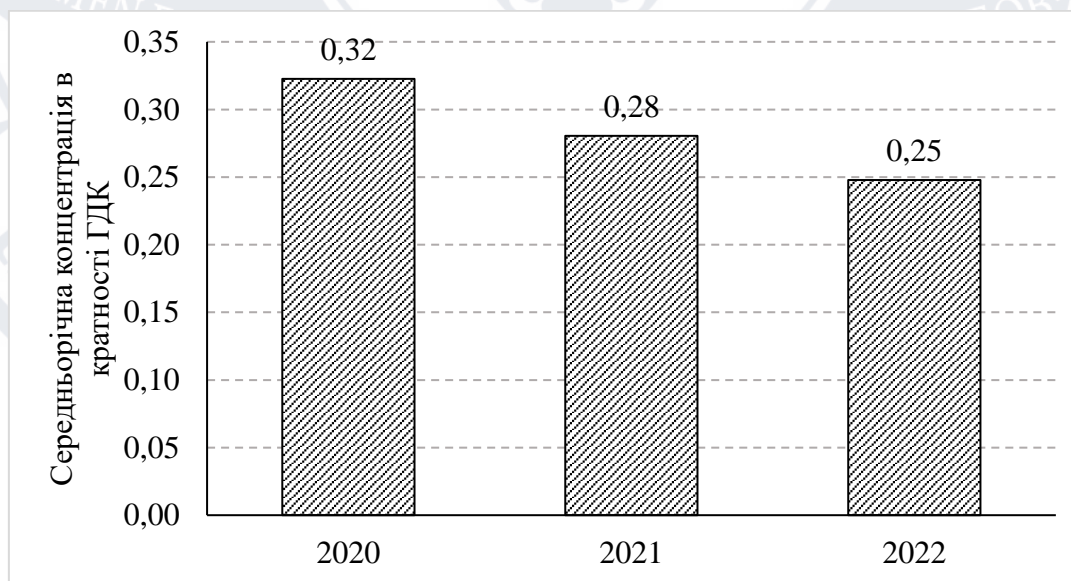


Рис. 3.6. Порівняльна діаграма концентрації оксиду вуглецю (в кратності ГДКс.д.) за період 2020-2022 рр.



Діоксид азоту -один із шести широко розповсюджених забруднювачів повітря, які мають національні стандарти якості повітря для обмеження їх у зовнішньому повітрі.  $\text{NO}_2$  також може утворюватися в приміщенні при спалюванні викопного палива, наприклад деревини або природного газу.

Діоксид азоту є ключовим забруднювачем атмосферного повітря, який є результатом антропогенної діяльності. Більша частина оксиду азоту в великих містах надходить з вихлопними газами автомобілів. Інші джерела діоксиду азоту – це вугільні електростанції, переробка нафти, металів, харчова промисловість тощо.

При взаємодії діоксиду азоту з водою та іншими сполуками в атмосфері утворюються кислотні дощі, які є причиною змін в екосистемах. Крім того, високий вміст діоксиду азоту в атмосфері пов'язують з глобальними змінами клімату і фотосмогом.

Аналізуючи показники діоксиду азоту бачимо що напротязі року є великі коливання. Найменшу концентрацію діоксиду азоту спостерігали у лютому місяці – 0,63, що не перевищує ГДК, найбільшу – у червні, коли значення середньомісячної концентрації перевищує ГДК у 2,29 р.

У порівнянні з попередніми роками спостерігалось зменшення концентрації оксиду азоту. В 2020 р. концентрація  $\text{NO}_2$  в кратності ГДК с.д. складала 3,18; в 2021 р. середньорічна концентрація  $\text{NO}_2$  перевищувала норму в 2,52 рази, в 2022 – у 1,58 рази. Тобто, за останні роки спостерігається стійка тенденція до зменшення вмісту оксиду азоту в атмосферному повітрі м. Вінниця.

Щоб контролювати кількість викидів оксидів азоту в атмосферу, потрібно встановлювати системи контролю викидів продуктів згорання, встановлювати очисні споруди на електростанціях, інших промислових підприємствах, впроваджувати десульфуризацію димових газів. Відомо, наприклад, що установка каталітичних нейтралізаторів на бензинові автомобільні двигуни зменшує обсяги викидів в атмосферне повітря оксидів азоту та угарного газу на 75%.

Що стосується м. Вінниця, то другим за об'ємами джерелом забруднення

атмосферного повітря є автомобільний транспорт - неефективна організація руху в місті, якість пального, рівень зношеності двигунів визначає зростання показників забруднювачів у повітрі. Лабораторні дослідження показують перевищення концентрації діоксиду азоту, важких металів, СО та ін.

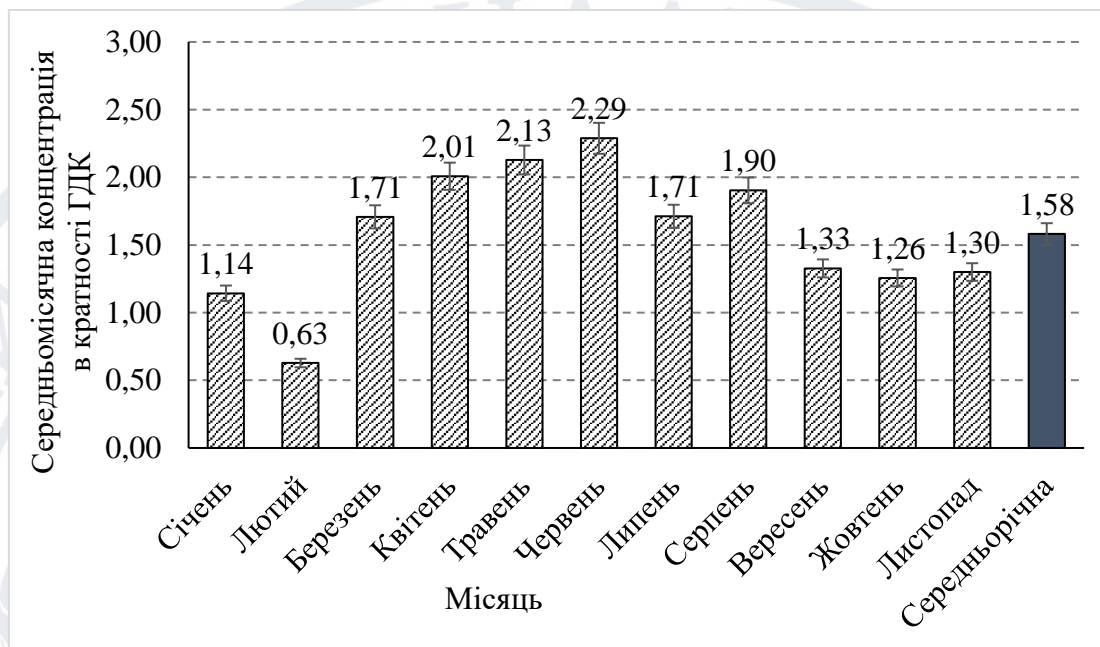


Рис. 3.7. Середньомісячні концентрації діоксиду азоту (в кратності ГДКс.д.)

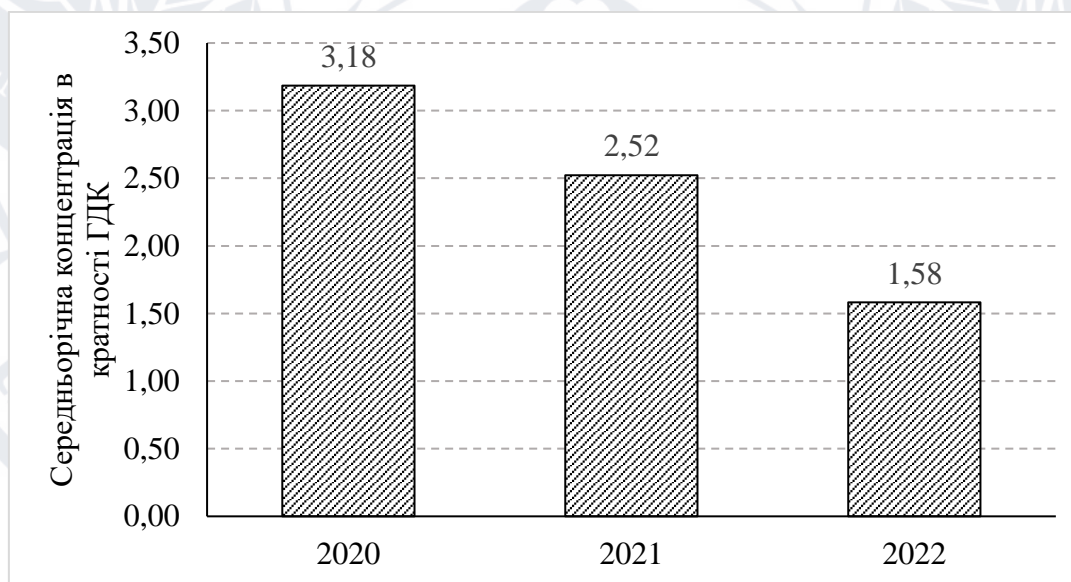


Рис. 3.8. Порівняльна діаграма концентрації діоксиду азоту (в кратності ГДКс.д.) за період 2020-2022 рр.

Фтористий водень (HF) є основним промисловим джерелом фтору, часто

у водній формі, як плавикова кислота, і, таким чином, є попередником багатьох важливих сполук, включаючи фармацевтичні препарати та полімери (наприклад, тефлон). HF широко використовується в нафтохімічній промисловості і є компонентом багатьох суперкислот.

На графіках можна спостерігати що концентрація фтористого водню в атмосферному повітрі перевищує норми ГДК, найбільша його концентрація в листопаді – 1,62. Також у динаміці 20 – 22рр. концентрації не відповідають нормам допустимих ГДК.

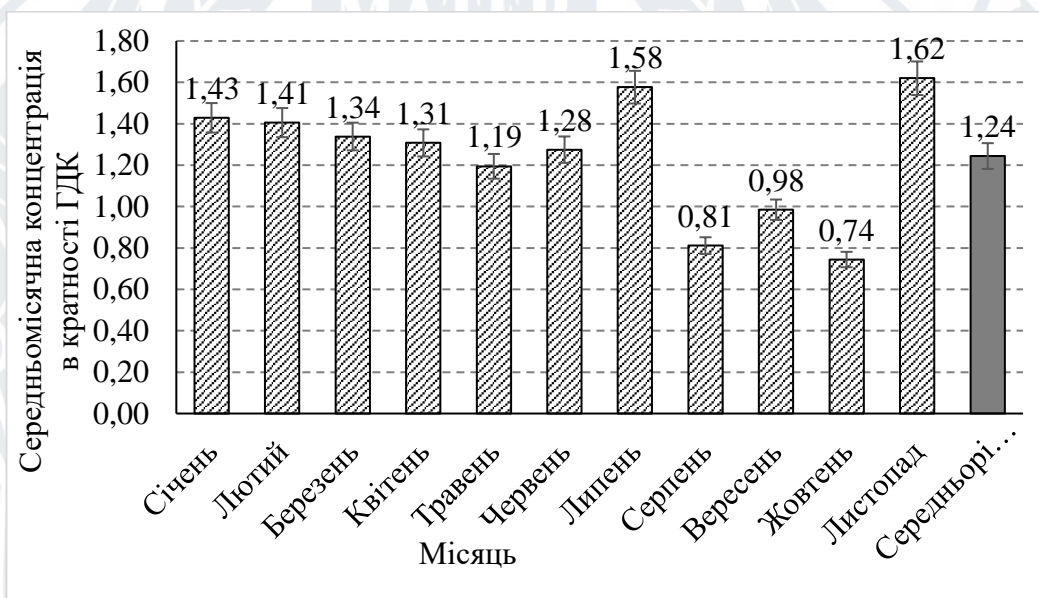


Рис. 3.9. Середньомісячні концентрації фтористого водню (в кратності ГДКс.д.)

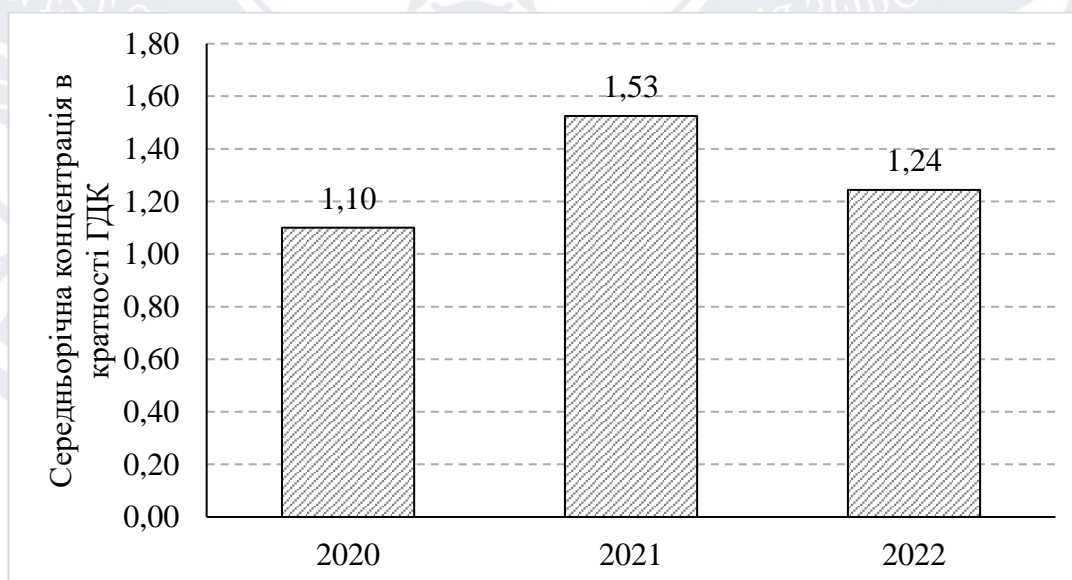


Рис. 3.10. Порівняльна діаграма концентрації фтористого водню (в кратності ГДК с. д.) за період 2020-2022 рр.



Аміак ( $\text{NH}_3$ ) утворює вторинні тверді частинки ( $\text{PM}_{2,5}$ ) у поєднанні з іншими забруднювачами в атмосфері. Це відбувається через процес, який називається нуклеацією, коли газоподібні молекули аміаку конденсуються з утворенням рідких або твердих частинок в атмосфері.

На всіх графіках концентрації аміаку в атмосферному повітрі Вінниці знаходяться в межах норми ГДК і складають 8-29% від норми (рис. 3.11, 3.12).

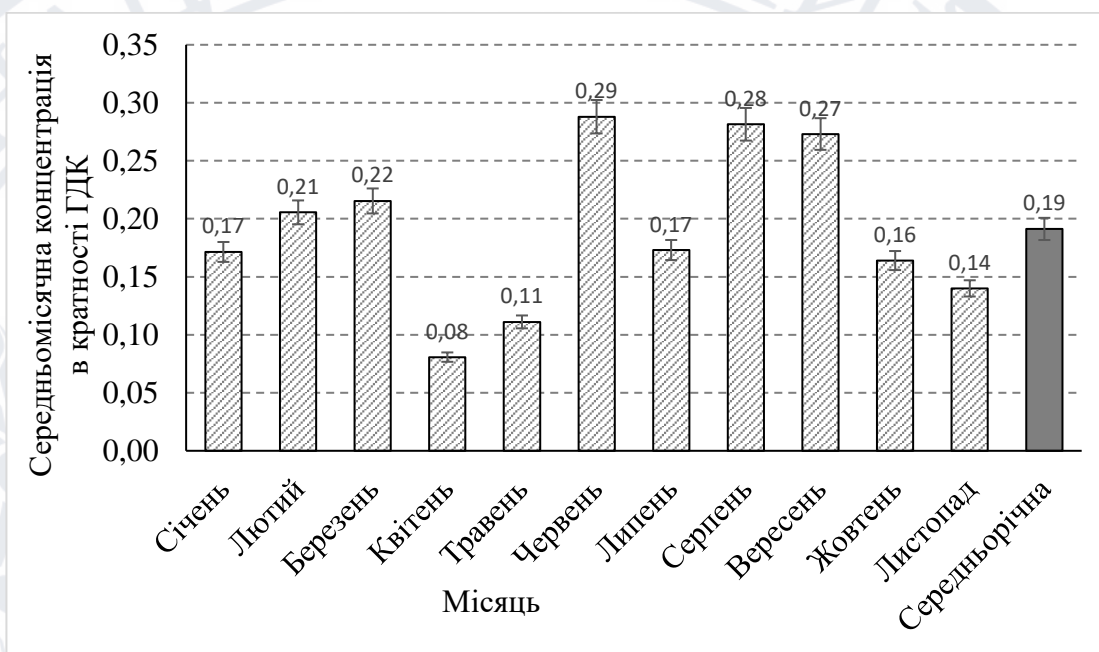


Рис. 3.11. Середньомісячні концентрації аміаку (в кратності ГДК с. д.)

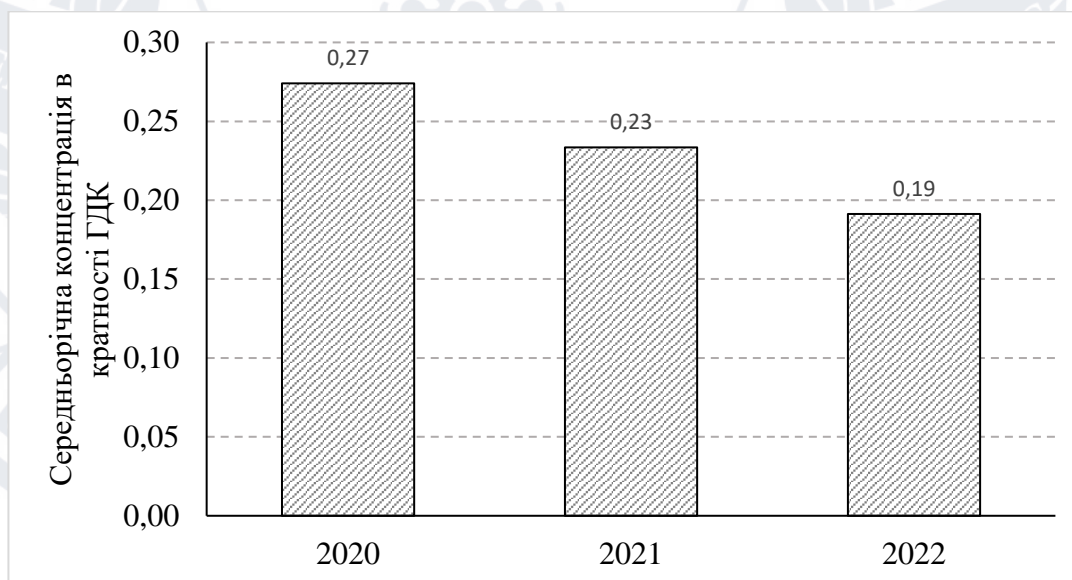


Рис. 3.12. Порівняльна діаграма концентрації аміаку (в кратності ГДКс.д.) за період 2020-2022 рр.

Формальдегід ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) - найважливіший канцероген і основний токсичний забруднювач атмосферного повітря, антропогенним / техногенним джерелом якого можуть бути підприємства, в технологічному процесі яких використовуються формальдегіди, спалювання органічного палива; по друге, це вихлопні гази автотранспорту, видобуток вуглеводнів, теплоелектростанції.

Дані моніторингу зміни концентрації формальдегіду в м. Вінниця показали коливання показника впродовж року: мінімальне значення спостерігали в січні 2022 р. (0,84) та листопаді (0,54), що не перевищує ГДК. Влітку концентрація різко зростає і перевищує ГДК максимум у 2,4 рази, що може бути спричинено активізацією будівельно-ремонтних робіт, збільшенням кількості автоперевезень. Однак для виявлення всіх причин потрібні додаткові дослідження. Зміна концентрації формальдегіду показана на рис. 3.13. Порівняльний аналіз середньорічної концентрації формальдегіду за період 2020-2022 років показав стабільне перевищення гранично допустимої концентрації (рис. 3.14).

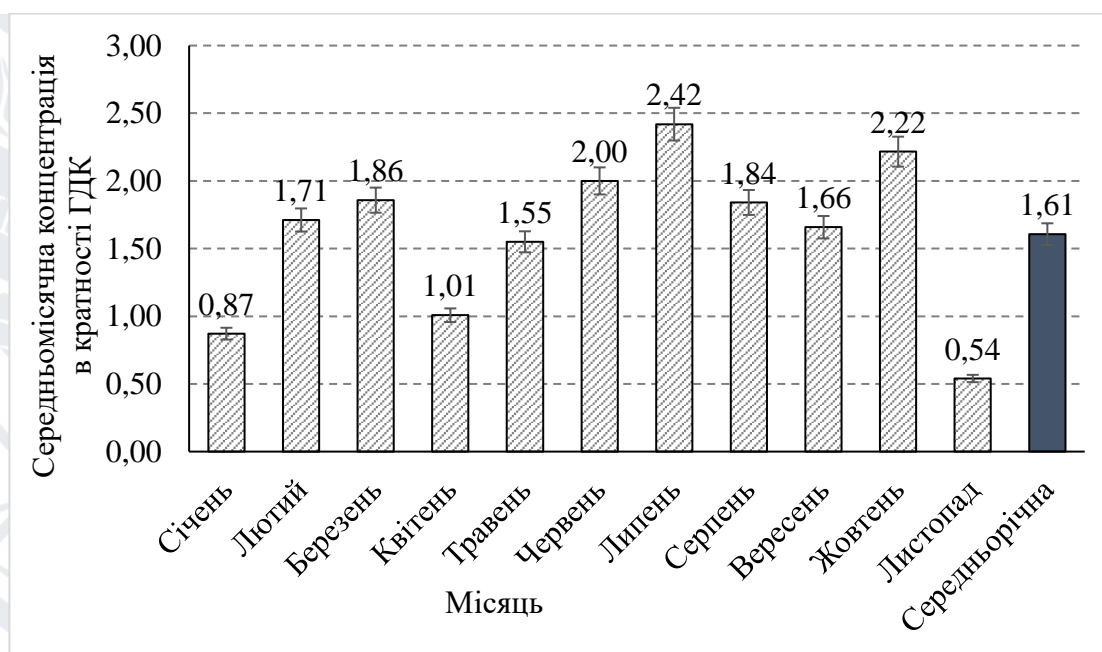


Рис. 3.13. Середньомісячні концентрації формальдегіду (в кратності ГДКс.д.)

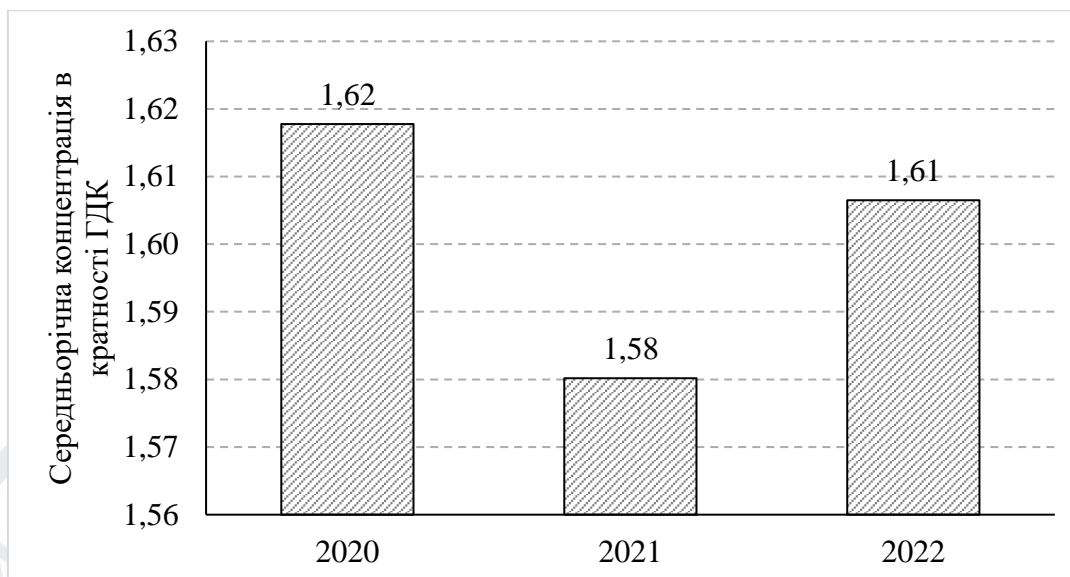


Рис. 3.14. Порівняльна діаграма концентрації формальдегіду (в кратності ГДКс.д.) за період 2020-2022 рр.

Для розрахунку індексу забрудненості атмосфери визначимо клас небезпеки речовин, згідно з гігієнічними регламентами гранично допустимих концентрацій хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць [29]

Таблиця 3.3 – Класи небезпеки забруднюючих речовин

Найменування речовини	Клас небезпеки
Завислі речовини	3
Діоксид сірки	2
Оксид вуглецю	2
Діоксид азоту	3
Фтористий водень	2
Аміак	4
Формальдегід	2

Значення ІЗА для м. Вінниця, розраховане за формулою 2.1, з урахуванням класу небезпеки речовин, дорівнює 5,58, що дозволяє зробити висновок про загальний підвищений рівень забруднення атмосферного повітря.



## ВИСНОВКИ

1. Узагальнено і систематизовано дані стану атмосферного повітря м. Вінниця за період 2020-2022 рр. Розраховано середньомісячні і середньорічні концентрації основних речовин, які впливають на забруднення атмосфери.
2. Установлено, що якість атмосферного повітря в межах м. Вінниця не відповідає нормам за окремими показниками - середньорічні концентрації забруднюючих речовин перевищували ГДК: формальдегіду – у 1,6 рази, діоксиду азоту – у 1,2 рази, фтористого водню – у 1,6 рази.
3. Вміст діоксиду сірки, оксиду вуглецю, завислих речовин, аміаку не перевищував ГДК.
4. Розраховано індекс забрудненості атмосферного повітря м. Вінниця, який свідчить про загальний підвищений рівень забруднення атмосферного повітря.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Artemchuk V., Kyrylenko Y., Popov O. & Stanytsina, Valentyna & Zinovyeva, Irina & Andrii, Iatsyshyn. (2019). Some issues of environmental effectiveness and monitoring in the field of atmospheric protection in Ukrainian legislation.
2. Artemchuk, V.O. and al. (2017). Theoretical and applied bases of economic, ecological and technological functioning of energy objects. Kyiv, Ukraine: TOV «Nash format».
3. Iatsyshyn, A.V., Kutsan, Yu.G., Artemchuk, V.O., Kameneva, I.P., Popov, O.O. and Kovach, V.O. (2019), "The principles and methods of ecological safety management through the data of air monitoring network analysis", *Elektronne modelyuvannya*, Vol. 41, no. 4.
4. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12>
5. Закон України «Про охорону навколишнього середовища» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>
6. Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment". Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19>
7. Law of Ukraine "On Strategic Environmental Assessment". Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2354-19>
8. Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#n14>
9. Яворська О.М. Джерела забруднення атмосфери, їх класифікація і наслідки // Науковий вісник. 2002. Вип. 12.3. С. 216-220.
10. Сіпаков Р.В. Забруднення атмосфери: смоги та тумани у великих містах України // Екологічна безпека та природокористування. № 1–2 (23), 2017. С. 86-96
11. Постанова КМУ "Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря" URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF>

12. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України «Про затвердження технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин із теплосилових установок, номінальна теплова потужність яких перевищує 50 МВт» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1110-08#Text>
13. Бунякова Ю. Я. Загальна характеристика екологічного стану атмосфери по областях і промислових містах України // Вісник Одеського державного екологічного університету. 2013. Вип. 16. С. 12 – 18.
14. Теоретичні та прикладні основи економічного, екологічного та технологічного функціонування об'єктів енергетики / [В. О. Артемчук, Т. Р. Білан, І. В. Блінов та ін.; за ред. А. О. Запорожця, Т. Р. Білан]. Київ, 2017. 312 с.
15. Звіт про результати діяльності Державної служби статистики: URL <https://ukrstat.gov.ua/zvit>
16. The impacts of Ukraine's energy sector on air quality: URL [https://bankwatch.org/wp-content/uploads/2020/10/2020-10-19\\_Ukraine-air-quality-mapping\\_final2.pdf](https://bankwatch.org/wp-content/uploads/2020/10/2020-10-19_Ukraine-air-quality-mapping_final2.pdf)
17. Програма державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації «Вінниця» на 2021 - 2025 роки:
18. Сучасні технології захисту атмосфери. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів екологічного профілю / Укл. Мартиненко С.А. Кропивницький: ЦНТУ, 2019. 155 с.
19. Щомісячний бюлетень забруднення атмосферного повітря міста Вінниці URL: <https://www.vmr.gov.ua/Branches/Lists/Ecology>
20. Екологічний паспорт Вінницької області. URL: <http://www.vin.gov.ua/dep-apr/stan-dovkillia/239-ekolohichni-pasporty>
21. Статистичний щорічник Вінниччини / Державна служба статистики України. URL: <https://www.vn.ukrstat.gov.ua/index.php/statistical-information.html>



22. Закон України «Про інвестиційну діяльність» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1560-12#Text>
23. Програма державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації «Вінниця» на 2021 - 2025 роки, Вінниця, 2021. 66 с.
24. Дані моніторингу стану атмосферного повітря у м. Вінниця. URL: <https://opendata.gov.ua/uk-UA/dataset/pibehb-3abrydhehocti-test>
25. SaveEcoBot. Єдиний в Україні екологічний чат-бот. URL: <https://www.saveecobot.com/maps/vinnytska-oblast>
26. Портал відкритих даних URL: <https://data.gov.ua/>
27. Сучасні технології захисту атмосфери. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів екологічного профілю /Укл. Мартиненко С.А., Кропивницький: ЦНТУ, 2019. 155 с.
28. Лисенко О.Л. Гирич С.В. Семко Т.В. Стан атмосферного повітря у Вінниці та Вінницькій області // *Інтелект XXI № 4 '2020. С. 86-90*
29. Наказ МОЗ України «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text>

Кривошея Софія Василівна

Факультет хімії, біології і біотехнологій

101 Екологія

Екологія

### ДЕКЛАРАЦІЯ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Усвідомлюючи свою відповідальність за надання неправдивої інформації, стверджую, що подана кваліфікаційна (магістерська) робота на тему «Оцінка екологічного стану атмосферного повітря у м. Вінниця» є написано мною особисто.

- Одночасно заявляю, що ця робота:
- Не передавалась іншим особам і подається до захисту вперше;
- Не порушує авторських та суміжних прав, закріплених статтями 21-25 Закону України « Про авторське право та суміжні права»;
- не отримувалась іншими особами, а також дані та інформація не отримувались у недозволений спосіб.

Я усвідомлюю, що у разі порушення цього порядку моя кваліфікаційна робота буде відхилена без права її захисту, або під час захисту за неї буде поставлена оцінка «незадовільно».

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

\_\_\_\_\_