

Хмельницький національний університет

Гуманітарно-педагогічний факультет

Кафедра екології та біологічної освіти

### КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА


здобувача першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Оцінка техногенного впливу на стан атмосферного повітря  
у межах Хмельницької області

Галузь знань – 10 «Природничі науки»

Спеціальність – 101 «Екологія»

КРЕКОЛ. 021033.01.14.00

Виконала: здобувачка 4 курсу група ЕКОЛ-21-1  Ольга СЛОБОДЯН

Керівник

 Наталія МІРОНОВА

Нормоконтролер

 Сергій ШЕВЧЕНКО

До захисту допускаю:

Зав. кафедри екології

та біологічної освіти

12 червня 2025 р.

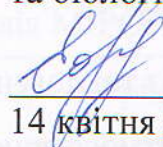
 Ольга ЄФРЕМОВА

Хмельницький 2025

Факультет – Гуманітарно-педагогічний  
Кафедра – Екології та біологічної освіти  
Освітній рівень – перший (бакалаврський)  
Галузь знань – 10 «Природничі науки»  
Спеціальність – 101 «Екологія»  
Освітньо-професійна програма – «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології  
та біологічної освіти



Ольга ЄФРЕМОВА

14 квітня 2025 р.

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Слободян Ольга Миколаївна

1. Тема роботи Оцінка техногенного впливу на стан атмосферного повітря у межах Хмельницької області  
керівник роботи Міронова Наталія Геннадіївна, доктор сільськогосподарських наук, професор  
Затверджено наказом ректора університету від 07.02.2025 р. № 23
2. Строк подання здобувачем роботи на кафедру 12.06.2025 р.
3. Вихідні дані до роботи Характеристика Хмельницької області, статистичні дані щодо промислового та сільськогосподарського комплексів, транспорту
4. Зміст кваліфікаційної роботи 1. Аналіз забруднення атмосферного повітря. 2. Характеристика Хмельницької області. 3. Аналіз техногенного впливу на стан атмосферного повітря у межах Хмельницької області.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів	Примітка
1	Аналіз забруднення атмосферного повітря	12.05-17.05.2025	Век.
2	Характеристика Хмельницької області	18.05-22.05.2025	Век.
3	Аналіз техногенного впливу на стан атмосферного повітря у межах Хмельницької області	23.05-04.06.2025	Век.
4	Оформлення роботи	5.06-11.06.2025	Век.

Дата видачі завдання:

12.05.2025 р.

Здобувач



Ольга СЛОБОДЯН

Керівник



Наталія МІРОНОВА

## АНОТАЦІЯ

Тема – Оцінка техногенного впливу на стан атмосферного повітря у межах Хмельницької області.

Автор – студент ЕКОЛ-21-1 Ольга СЛОБОДЯН.

Керівник – професор кафедри екології та біологічної освіти, доктор сільськогосподарських наук, професор Наталія МІРОНОВА.

Кваліфікаційна робота викладена на 51 сторінці, містить 2 таблиці, 15 рисунків та перелік джерел посилання, що включає 30 джерел.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, ТЕХНОГЕННИЙ ВПЛИВ, ЗАБРУДНЕННЯ.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано основні групи забруднюючих речовин атмосферного повітря, їх нормування та поширення. Охарактеризовано Хмельницьку область, зокрема ґрунтово-кліматичні умови, зміни клімату, галузі та сектори економіки. Проаналізовано техногенний вплив на стан атмосферне повітря. Визначено, що найбільший внесок у формування викидів мають пересувні джерела. Серед стаціонарних джерел найбільшими забруднювачами є підприємства переробної промисловості та суб'єкти агропромислового комплексу. Розроблені шляхи покращення стану атмосферного повітря для Хмельницької області.

11.06.2025 р.



Ольга СЛОБОДЯН

## ЗМІСТ

	С.
Вступ.....	5
1 Аналіз забруднення атмосферного повітря.....	7
1.1 Характеристика основних груп забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.....	7
1.2 Нормування забруднення атмосферного повітря.....	12
2 Характеристика Хмельницької області.....	17
2.1 Ґрунтово-кліматичні умови.....	19
2.2 Зміни клімату.....	26
3 Аналіз техногенного впливу на стан атмосферного повітря у межах Хмельницької області.....	29
3.1 Характеристика галузей та джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.....	29
3.2 Аналіз обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.....	34
3.3 Характеристика ступеня забруднення атмосферного повітря.....	39
3.4 Шляхи покращення стану атмосферного повітря у межах Хмельницької області в контексті цілей сталого розвитку.....	41
Висновки.....	45
Перелік джерел посилання.....	48

## ВСТУП

Забруднення атмосферного повітря є однією з найбільших проблем навколишнього середовища у світі. Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) забруднення повітря є небезпечним фактором ризику неінфекційних захворювань. У світі забруднення повітря є причиною близько 7 мільйонів передчасних смертей на рік через ішемічну хворобу серця, інсульт, хронічне обструктивне захворювання легень та рак легень, а також від гострих інфекцій нижніх дихальних шляхів. Зміни клімату посилюють вплив забруднювачів атмосферного повітря на біоту та людину. Зокрема посухи, спричинені зміною клімату, створюють умови для лісових пожеж, що можуть тривати достатнього довго і забруднювати повітря твердими частинками на великі відстані. Одним з потужних небезпечних впливів на атмосферне повітря є техногенна діяльність, що супроводжується викидами забруднюючих речовин на різних територіях у значних обсягах. У зв'язку з цим, оцінка техногенного впливу на стан атмосферного повітря у межах Хмельницької області є актуальним завданням сьогодення.

Мета роботи – аналіз проблем техногенного впливу на атмосферне повітря у межах Хмельницької області та розробка шляхів зменшення негативного впливу.

Завдання роботи:

- охарактеризувати забруднення атмосферного повітря та основні забруднюючі речовини;
- охарактеризувати Хмельницьку область та проаналізувати зміни клімату;
- проаналізувати техногенний вплив на стан атмосферного повітря у межах Хмельницької області та розробити шляхи його покращення.

Об'єкт дослідження: забруднення атмосферного повітря.

Предмет дослідження: забруднення атмосферного повітря у межах Хмельницької області.

Методи дослідження: аналіз, синтез, класифікація.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи можуть будуть використані державними органами та органами місцевого самоврядування для розробки заходів щодо покращення стану атмосферного повітря у межах Хмельницької області.

Результати роботи були апробовані на Студентській науково-практичній конференції за підсумками науково-дослідної роботи студентів кафедри екології та біологічної освіти ХНУ (2025 рік).

## 1 АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

### 1.1 Характеристика основних груп забруднюючих речовин в атмосферному повітрі

Забруднення атмосферного повітря на сьогодні стало мультисистемним ризиком для геологічних оболонок, живих організмів та здоров'я людини. В цілому станом на 2020 рік виділяють чотири основних негативних наслідки для європейського континенту, зокрема:

- вплив на здоров'я: забруднення повітря є однією з основних причин погіршення здоров'я населення;
- соціальний вплив: забруднення атмосферного повітря непропорційно впливає на вразливі групи – дітей, людей похилого віку, осіб із хронічними захворюваннями, соціально- та економічно неблагополучних категорій населення;
- вплив на навколишнє середовище: сприяє евтрофікації та підкисленню території екосистем, втраті врожаю та лісових насаджень;
- економічний вплив: спричиняє щорічні витрати у розмірі від 231 млрд євро до 853 млрд євро через негативний вплив на здоров'я населення, 8 млрд євро втрачених робочих днів; від 4 млрд євро до 12 млрд євро через пошкодження екосистем; від 10 млрд євро до 11 млрд євро через втрати врожаю; 19 млрд євро через пошкодження лісів; 1 млрд євро через пошкодження будівель [1].

На сьогодні вплив забрудненого повітря на здоров'я людини не обмежується серцево-судинною та дихальною системами і визнається навіть за низьких концентрацій.

За останні кілька років відбулося кілька ключових глобальних подій щодо впливу забруднення повітря на здоров'я [2 – 6]:

- у 2014 році Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) повідомила, що забруднення атмосферного повітря спричиняє кілька

мільйонів смертей на рік і є основною причиною серед екологічних детермінант смертності та захворюваності;

- у 2015 році Світовий банк підтверджує аналогічні цифри та оцінює збитки для здоров'я від забруднення повітря в трильйони доларів;

- у 2019 році Організація Об'єднаних Націй (ООН) доручила групі вчених розробити план пріоритезації найефективніших дій серед цілей сталого розвитку. Це було викладено у звіті «Майбутнє настало зараз», у якому серед п'яти пріоритетних дій у глобальному масштабі виділялася реконструкція міст, особливо через вплив мобільності та моторизованого транспорту на забруднення міст та здоров'я;

- до 2020 року карантинні заходи, пов'язані з пандемією COVID-19, продемонстрували в усьому світі різке зниження вмісту забруднюючих речовин у міському повітрі, таких як діоксиду азоту, через помітне зниження дорожнього руху. Однак зменшення вмісту твердих частинок розміром нижче 10 мікрон та 2,5 мікрона (PM10 та PM2,5 відповідно) не є рівномірним. Це пояснюється впливом інших джерел, таких як надлишок сільськогосподарських відходів або спалювання біомаси;

- викиди від автомобільного транспорту є основним джерелом у міських районах, де проживає значна частина населення.

Забруднюючі речовини в атмосферному повітрі представляють собою складну суміш, що включає тверді частинки та газоподібні сполуки, склад якої змінюється в часі та просторі. Хоча в повітрі знаходиться близько сотні хімічних сполук, під час моніторингу вимірюється невелика їх частина, що відноситься до найбільш поширених пріоритетних забруднюючих речовин, зокрема це: тверді частинки, діоксид азоту, діоксид сірки, озон та чадний газ. Їх перелік може змінюватися залежно від регіону. В Україні до п'яти найбільш поширених шкідливих речовин відносяться пил, діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту та формальдегід.

Тверді частинки (PM) є поширеними забруднювачами атмосферного повітря. Основними компонентами PM є сульфати, нітрати, аміак, хлорид

натрію, сажа, мінеральний пил та вода. Майже 99 % населення світу проживає в місцях з нездоровим рівнем забруднення  $PM_{2,5}$ , а 34 % – у районах, де вміст  $PM_{2,5}$  перевищують найменш суворі проміжні цільові показники якості повітря ВООЗ. Дрібнодисперсне забруднення повітря утворюється використанням палива в побуті, вугільними електростанціями, сільськогосподарською та промисловою діяльністю, спалюванням відходів, лісовими пожежами тощо і найбільшу небезпеку становить для території Африки та деякої частини Азії (рисунок 1.1) [8 – 10].

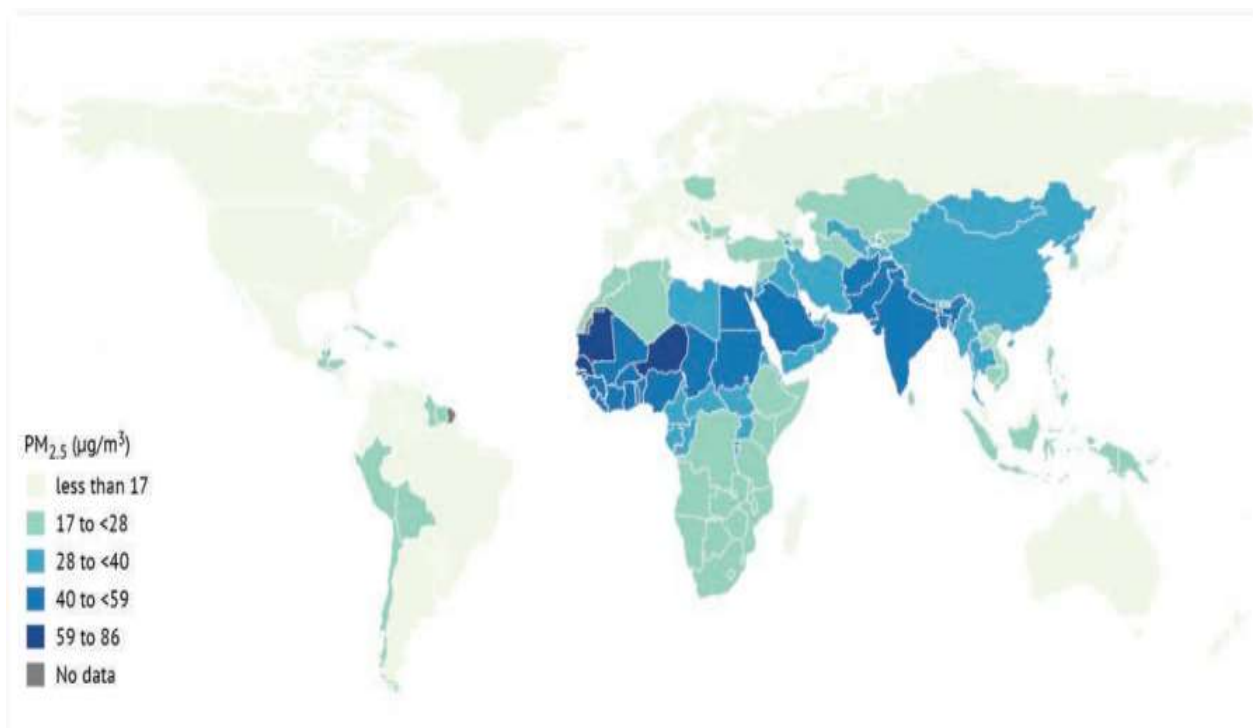


Рисунок 1.1 – Глобальна карта забруднення атмосферного повітря  $PM_{2,5}$  у 2020 році [7]

Озон ( $O_3$ ) – приземний, або тропосферний, озон є забруднювачем, що шкодить здоров'ю людини, пошкоджує рослини та сприяє зміні клімату. У світі рівень озону сьогодні вищий від 30 % до 70 %, ніж 100 років тому. Ця тенденція відображає зростання викидів хімічних речовин, що утворюють озон. Безпосередньо в повітря озон не потрапляє, а утворюється внаслідок хімічної взаємодії між оксидами азоту та леткими органічними сполуками

(ЛОС) у присутності сонячного світла. Спалювання викопного палива в транспортних засобах, на електростанціях, промислових підприємствах та в будинках, а також промислова діяльність (наприклад, видобуток та переробка нафти, газу) призводить до утворення хімічних речовин-попередників. Деякі ЛОС також походять з природних джерел, таких як дерева. Хоча найбільше озон утворюється на території міських районів, де викиди його хімічних речовин-попередників, як правило, найвищі, він також може поширюватися на великі відстані і досягати приміських та сільських районів, а також долати національні кордони (рисунок 1.2).

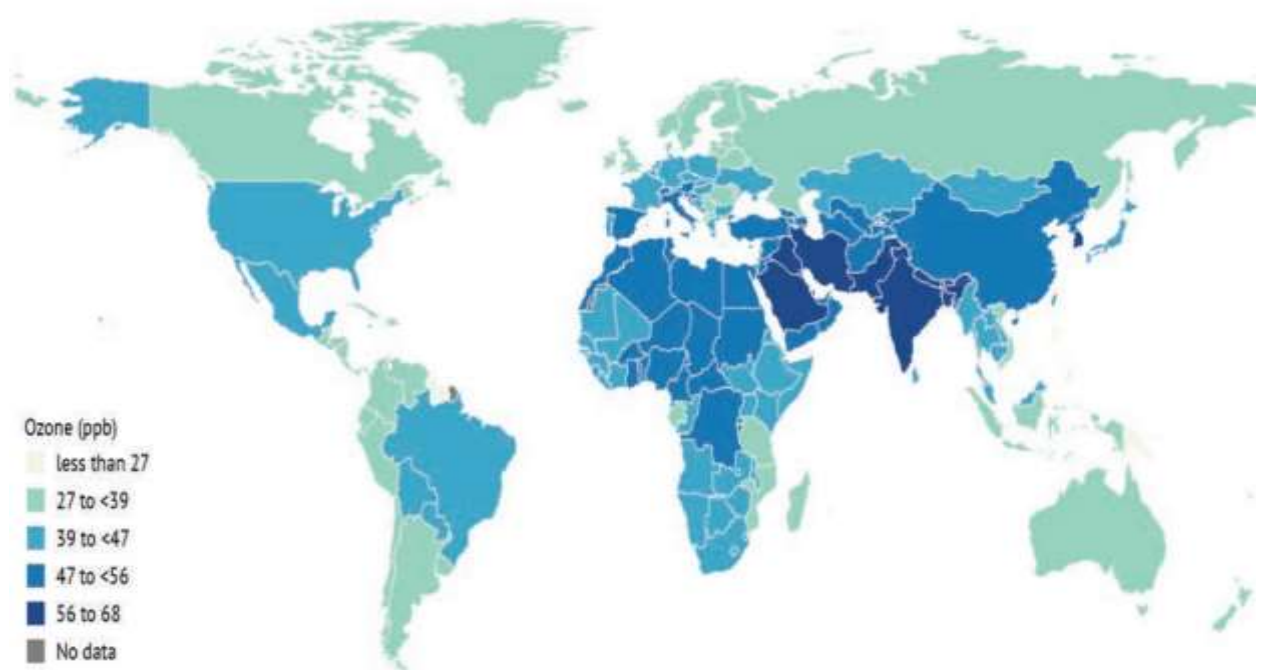


Рисунок 1.2 – Глобальна карта забруднення атмосферного повітря озоном у 2020 році [7]

Озон також є парниковим газом. Через свій вплив на рослини озон також може знижувати врожайність сільськогосподарських культур та завдавати шкоди біорізноманіттю, загрожуючи продовольчій безпеці, а отже, і харчуванню мільйонів людей. Наприклад, за оцінками, 16,8 млн тонн пшениці буде втрачено в Європі до 2050 року внаслідок впливу приземного озону.

Діоксид азоту ( $\text{NO}_2$ ) – газ, що зазвичай виділяється внаслідок спалювання палива в транспортному, енергетичному та промисловому секторах і поширений на багатьох континентах (рисунок 1.3). Він належить до групи реакційноздатних газів, відомих як оксиди азоту, і часто використовується як індикатор цієї групи. Оскільки транспорт є основним джерелом утворення  $\text{NO}_2$ , його концентрація зазвичай найвища в міських районах.

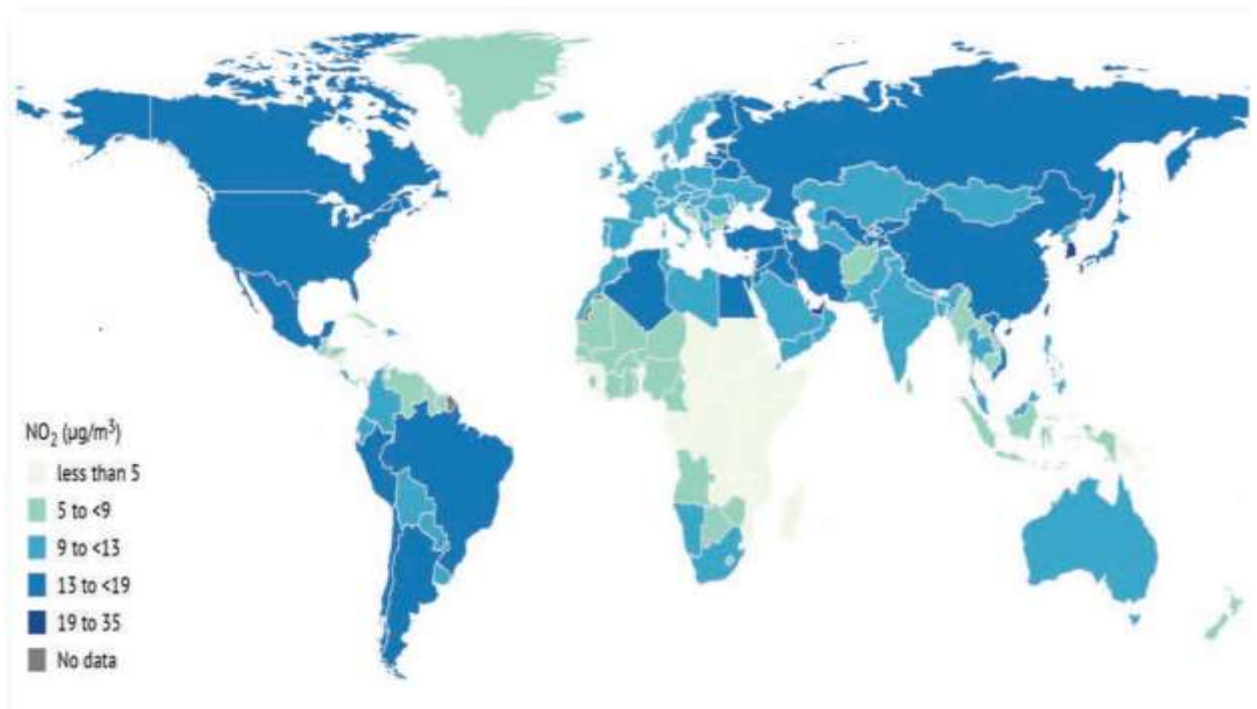


Рисунок 1.3 – Глобальна карта забруднення атмосферного повітря  $\text{NO}_2$  у 2020 році [7]

На відміну від  $\text{PM}_{2.5}$ , один з найвищих рівнів забруднення  $\text{NO}_2$  спостерігається в країнах з високим рівнем доходу ( $26,8 \text{ мкг/м}^3$ ). Близько 55 % зі 194 країн не відповідають визначеному ВООЗ показнику якості повітря за  $\text{NO}_2$ , що складає у  $10 \text{ мкг/м}^3$ , в результаті чого 42 % населення світу піддається впливу рівнів  $\text{NO}_2$ , що перевищують річне рекомендоване значення [11, 12].

Діоксид сірки ( $\text{SO}_2$ ) – безбарвний газ із різким запахом, утворюється внаслідок спалювання викопного палива (вугілля та нафти) та виплавки мінеральних руд, що містять сірку [13, 14].

Чадний газ (CO) – це безбарвний, без запаху та смаку токсичний газ, що утворюється внаслідок неповного згоряння вуглецевого палива, таких як дрова, бензин, деревне вугілля, природний газ, дизельне пальне тощо.

Значним джерелом надходження до атмосферного повітря забруднюючих речовин є військові дії. В Україні в умовах війни протягом трьох років систематично в атмосферне середовище потрапляють різноманітні за складом викиди, що містять, окрім зазначених вище сполук, токсичні та канцерогенні речовини [15-19].

## 1.2 Нормування забруднення атмосферного повітря

Оцінювання та нормування стану атмосферного повітря здійснюється на основі двох методичних підходів, кожен із яких має власне практичне призначення. Перший із них – це метод порівняння, він полягає у зіставленні фактично зафіксованих рівнів концентрацій забруднюючих речовин у повітряному просторі зі встановленими нормативами – гранично допустимими концентраціями (ГДК). Такий спосіб дозволяє оперативно визначити, наскільки стан повітря відповідає санітарно-гігієнічним нормам та чи не становить він загрози для життя та здоров'я населення або стану довкілля.

Другий метод представляє собою інтегральний аналіз, що передбачає комплексний підхід. Його застосовують для оцінки загального рівня атмосферного забруднення в межах певної територіальної одиниці, наприклад району або міста. Основний інструмент цього методу – це розрахунок узагальнених екологічних показників, що враховують дію кількох забруднюючих речовин (ЗР) одночасно. Завдяки цьому стає можливим виявлення екологічно небезпечних зон, а також аналіз змін якості повітря у просторі та часі. З метою аналізу рівня забруднення атмосфери певними речовинами або їх сукупністю використовуються інтегральні екологічні

індикатори, серед яких найбільше використовується індекс забруднення атмосфери (ІЗА).

Для дотримання нормативів екологічної безпеки атмосферного середовища, враховуючи напрям економічної доцільності, рівня технологічних процесів, технічного стану обладнання, газоочисних установок встановлюються нормативи гранично допустимих викидів поллютантів та їх сукупності, що входять до складу пилогазоповітряних сумішей і відводяться від обладнання, споруд та надходять в атмосферне середовище від стаціонарних джерел.

Нормування викидів забруднюючих речовин в атмосферному середовищі включає нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря та технологічні нормативи допустимого викиду забруднюючої речовини.

Нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря – це група нормативів, дотримання яких запобігає виникненню небезпеки для здоров'я людини та стану навколишнього природного середовища від впливу шкідливих чинників атмосферного повітря.

Технологічний норматив допустимого викиду забруднюючої речовини – це граничнодопустимий викид забруднюючої речовини або суміші таких речовин, його визначають безпосередньо для джерела викиду [20, 21].

У країнах ЄС питання нормування та досягнення сталого рівня якості повітря, що не загрожує довкіллю та населенню, регулюються Директивою 2008/50/ЄС «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи». Ця Директива прийнята на заміну трьох із чотирьох раніше впроваджених директив, а саме: Директиви 1999/30/ЄС, що введена для встановлення граничних значень для SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> та свинцю в повітрі, Директиви 2000/69/ЄС, що встановлює конкретні обмеження на бензол та чадний газ, Директиви 2002/3/ЄС, що встановлює довгострокові цілі, цільові значення, поріг сповіщення та інформаційний поріг для концентрацій озону в атмосферному повітрі. Окрім об'єднання вищезазначених директив, Директива 2008/50/ЄС встановлює нове граничне значення для твердих

частинок (PM) діаметром 2,5 мкм або менше та надає національним урядам право впроваджувати заходи у разі перевищення лімітів.

Четверта директива 2004/107/ЄС, що не стала частиною директиви 2008/50/ЄС, встановлює граничні значення концентрацій миш'яку, кадмію, ртуті, нікелю, поліциклічних ароматичних вуглеводнів та вносить зміни до ряду Директиви 1999/13/ЄС Про обмеження викидів летких органічних сполук, що виникають внаслідок використання органічних розчинників у певних видах діяльності та на певних установках. Також регулюють питання нормування вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі Директива 1999/32/ЄС Про скорочення вмісту сірки в деяких видах рідкого палива вносить зміни в Директиву № 93/12/ЄС; Директива 94/63/ЄС стосовно контролю викидів летючих органічних сполук (ЛОС), що виникають зі сховищ нафти та при її транспортуванні з терміналів до сервісних станцій.

Директива 2008/50/ЄС об'єднує більшість чинного законодавства щодо якості повітря в єдину директиву та включає порогові значення, граничні та цільові значення, що встановлюються для оцінки кожного забруднювача, охопленого директивою: діоксид сірки, діоксид азоту, тверді частинки, свинець, бензол і монооксид вуглецю.

В цілому моніторинг якості атмосферного повітря в ЄС визначається та здійснюється за такими директивами:

- Директива 1999//32/ЕС Про сірку у рідкому паливі;
- Директива 98/70/ЕС щодо якості бензину та дизельного палива;
- Директива 94/63/ЕС стосовно контролю летючих органічних сполук (ЛОС);
- Директива 2004/42/ЕС про фарби;
- Директива 2004/107/ЕС щодо As, Cd, Hg, Ni та поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ) у атмосферному повітрі;
- Директива 2008/50/ЕС про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи;

- Директива 2001/81/ЄК щодо державних граничних норм для певних забруднювачів атмосфери;
- Директива 2010/75/ЄС3 про промислові викиди (інтегроване запобігання та контроль забруднення);
- Директива ЄС 2016/22844 про скорочення викидів окремих атмосферних забруднюючих речовин на національному рівні на 2020 та 2030 роки відповідно до цілей Гетеборзького протоколу.

Для реалізації в Україні положень Директиви «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи» була прийнята Постанова КМУ від 14.08.2019 № 827 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» [22]. Відповідно до Постанови по всій території України встановлені зони та агломерації залежно від ступеня забруднення атмосферного повітря. У випадку перевищення фактичного вмісту забруднюючих речовин у повітрі нормативної граничної величини чи виникнення ризику перевищення, розробляється план дій щодо унормування якості повітря.

У 2021 році ВООЗ розробила і рекомендувала нові значення для різних забруднювачів повітря, щоб забезпечити його якість. Для  $\text{NO}_2$  та  $\text{PM}_{2,5}$  значення відповідно у 4 та 5 разів нижчі за критерії якості ЄС.

У країнах Європейського Союзу замість традиційного для України Індексу забруднення атмосфери (ІЗА) застосовують Індекс якості повітря, що має більш комплексний підхід до оцінювання стану атмосферного повітря. На відміну від ІЗА, який передбачає порівняння фактичних концентрацій забруднюючих речовин із гранично допустимими значеннями та їх класифікацію за рівнем небезпеки, Індекс якості повітря індекс враховує також потенційний вплив вказаних речовин на здоров'я людини залежно від їх концентрацій [23].

Розрахунок Індексу якості повітря здійснюється на основі середніх значень концентрацій основних забруднювачів, що отримуються шляхом фіксованих інструментальних вимірювань за визначені часові інтервали. При

цьому фіксується момент проведення вимірювань, що дозволяє аналізувати динаміку змін концентрацій та визначати рівень їх варіативності у часі. Результати розрахунку індексу класифікуються за інтервалами, кожен з яких має відповідний ідентифікатор, колірний код та супроводжується офіційними рекомендаціями для населення з метою мінімізації впливу забруднення на здоров'я.

Крім зазначеного індексу, в Європейському Союзі додатково застосовується Загальний індекс якості повітря, який дозволяє інтегрально оцінити стан атмосферного повітря у міських агломераціях. Він представлений у трьох форматах, що розрізняються за часовим масштабом: погодинний (оновлюється щогодини), добовий (формується на основі даних попередньої доби), річний (обчислюється як середнє значення за календарний рік) [24].

З 2017 року Європейська агенція довкілля використовує Європейський Індекс якості повітря, що в режимі реального часу дозволяє аналізувати показники якості повітря за даними понад 2 000 станцій контролю якості повітря, що розміщені по всій Європі. Аналіз здійснюється за показниками: тверді частинки пилу (PM<sub>2,5</sub> та PM<sub>10</sub>), озон (O<sub>3</sub>), діоксид азоту (NO<sub>2</sub>) та діоксид сірки (SO<sub>2</sub>) у короткотерміновій перспективі. Дані оновлюються кожні 6 годин [25].

Сьогодні в Україні є ще дуже багато прогалин, що не дозволяють адаптувати національну систему моніторингу атмосферного повітря з європейською. Не нормується вміст та не проводиться на постах спостереження визначення концентрації завислих частинок пилу діаметром менше 2,5 та 10 мкм та інших агресивних забруднювачів: озону, бензену, миш'яку, ртуті [11].

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Хмельниччина знаходиться на стику великих історико-географічних регіонів – Правобережжя та Західної України. Область характеризується сприятливими природними та кліматичними умовами, різноманітністю ландшафтних територій, багатством рослинного та тваринного світу, мінеральними водами, родючими чорноземами, широкою мережею рік.

За фізико-географічним розташуванням область знаходиться в межах лісостепової зони, орографічно займаючи центральну та західну частину Волино-Подільської височини, а також західний схил Українського кристалічного щита. В сучасних межах область існує з 22 вересня 1937 року, коли було створено Кам'янець-Подільську область. У травні 1941 року, новим центром області стало місто Проскурів. У січні 1954 року обласний центр перейменували в Хмельницький, відповідно область стала називатися Хмельницькою. Область межує з Житомирською, Рівненською, Тернопільською, Чернівецькою і Вінницькою областями, її довжина з півночі на південь складає 256,2 км, зі сходу на захід – 192,5 км. Поділяється на три адміністративних райони – Кам'янець-Подільський, Хмельницький та Шепетівський, що включають 60 територіальних громад (таблиця 2.1, рисунок 2.1).

Таблиця 2.1 – Територіальний поділ Хмельницької області

Найменування	Показник
1	2
Чисельність населення, тис. осіб, з них:	1228,829
Кам'янець-Подільський район	279,789
Хмельницький район	672,305
Шепетівський район	276,735

Кінець таблиці 2.1

1	2
Площа, тис. кв. км	20,629
Відсоток від площі країни, %	3,4
Протяжність:	
з півночі на південь, км	256,2
зі сходу на захід, км	192,5
Кількість населених пунктів, од., з них:	1451
міст	13
селищ	24
сіл	1414
Кількість територіальних громад, од., з них:	60
міських	13
селищних	22
сільських	25



Рисунок 2.1 – Карта-схема районів Хмельницької області (автор: Міністерство розвитку громад та територій України)

## 2.1 Ґрунтово-кліматичні умови

Клімат Хмельницької області – типовий для помірно-континентальної зони: сонячне літо, м'які зими й достатня кількість опадів. Тривалість світлового дня коливається в межах від 8 годин узимку до майже 16,5 годин улітку. Сезонне коливання висоти Сонця і змінна хмарність обумовлюють діапазон сонячної радіації – від 130 ккал/см<sup>2</sup> у грудні до 530 ккал/см<sup>2</sup> у червні, що становить близько 101 ккал/см<sup>2</sup> за рік [26].

Через внутрішньоматерикове положення області суттєвий вплив на клімат мають континентальні повітряні маси: у зимові місяці переважає холодне повітря Сибірського антициклону, а влітку – теплі маси від Азорського антициклону. У весняну та осінню пору регулярно надходять арктичні потоки, що викликає раптове похолодання. Водночас, протягом усього року позитивний вплив мають циклони з Атлантики: вони приносять опади й зниження температури влітку, а взимку – відлиги, снігопади та потепління. Також на клімат впливає місцевий рельєф – саме завдяки йому температура, опади й вітер змінюються залежно від території.

Середньорічна температура повітря у Хмельницькій області коливається від плюс 6,8 °С на півночі та у центрі до плюс 7,3 °С – на півдні. Найтеплішим місяцем є липень, найхолоднішим – січень. Влітку максимальні середньомісячні температури сягають від плюс 18,8 °С до плюс 19,3 °С на півдні, у той час як на півночі – близько плюс 18,5 °С, на заході – плюс 18,3 °С. Середні січневі температури – найнижчі в центральній частині (мінус 5,4 °С), трохи вище на півночі – мінус 5,0 °С і на півдні – мінус 5,5 °С, що пояснюється відсутністю лісового покриву на підвищених ділянках [26].

Ультраекстремальні температури бувають досить значними: літні спекотні – до плюс 39 °С у Кам'янці-Подільському, й зимових холодів до мінус 34 °С – під час морозних періодів.

Річна норма опадів становить від 530 мм до 670 мм, з найбільшим випаданням на півночі та мінімумом на півдні. Опади зосереджуються влітку, взимку ж їх менше. Часті літні зливи, грози й випадання граду – типові явища.

Домінуючі напрямки вітру – північно-західні й північно-східні, які найсильніші. Влітку – переважно північно-західні та західні, узимку – північно-західні та південно-східні. Вітрові пориви сильніші в холодну пору року, а днів з тихою погодою – майже вполовину більше влітку порівняно з зимою [26].

Різкі сезонні маркери чітко виражені:

- зима – коротка (100 днів на півдні, 115 – на півночі), зі слабким сніговим покривом (від 75 днів до 95 днів), регулярними відлигами та стрибками температур.

- весна – починається від середини березня (температура стабільно вище 0 °С) й триває до кінця травня. Це пора підвищеної вологості та холодних вторгнень з півночі;

- літо – від кінця травня до початку вересня. Середньодобові температури перевищують плюс 15 °С, інколи доходючи до плюс 39 °С, особливо в Кам'янці-Подільському. Південно-східні вітри, велика кількість ясних днів із короткочасними зливами й грозами, іноді – град.

- осінь – триває від кінця вересня до кінця листопада. Починається ясно, але вже в середині вересня можливі перші заморозки, а до листопада ґрунт промерзає на глибину від 5 см до 6 см.

За агрокліматичними ознаками Хмельницька область поділяється на три зони [27]:

- Північна (Шепетівський район) – середньорічна температура від плюс 4 °С до плюс 6,8 °С, найвищі опади від 650 мм до 700 мм), сніговий покрив триває від 90 днів до 95 днів.

- Центральна (верхньобузькі й случ-хоморські височини) – середньорічна температура близько плюс 6,8 °С, опади від 600 мм до 650 мм, активні температури зростають із півночі на південь.

- Південна (Кам'янець-Подільський район) – найтепліший регіон (плюс 7,3 °С). Опадів трохи менше 600 мм, проте їх достатньо для землеробства. Сніг тримається від 75 днів до 80 днів, найменший покрив.

Особливої уваги вимагають гідротехнічні й сільськогосподарські виклики: ранні осінні й пізні весняні морози, град, зливи, а також можливі вимерзання через відсутність відповідного снігового покриву.

Водні ресурси Хмельницької області складаються з поверхневого стоку (в середньому 2,1 млрд м<sup>3</sup>/рік) та запасів підземних вод (прогнози – 720,0 тис. м<sup>3</sup>/рік).

Поверхневі водні ресурси області, в основному, формуються річками. Частина поверхневих водних ресурсів концентрується у водосховищах, ставках та невеликих озерах. Річкова мережа області представлена трьома річковими басейнами (рисунок 2.2 – 2.3): Дністра – 7,74 тис. км<sup>2</sup> території; Південного Бугу – 4,61 тис. км<sup>2</sup> території; Дніпра – 8,27 тис. км<sup>2</sup> території [28].

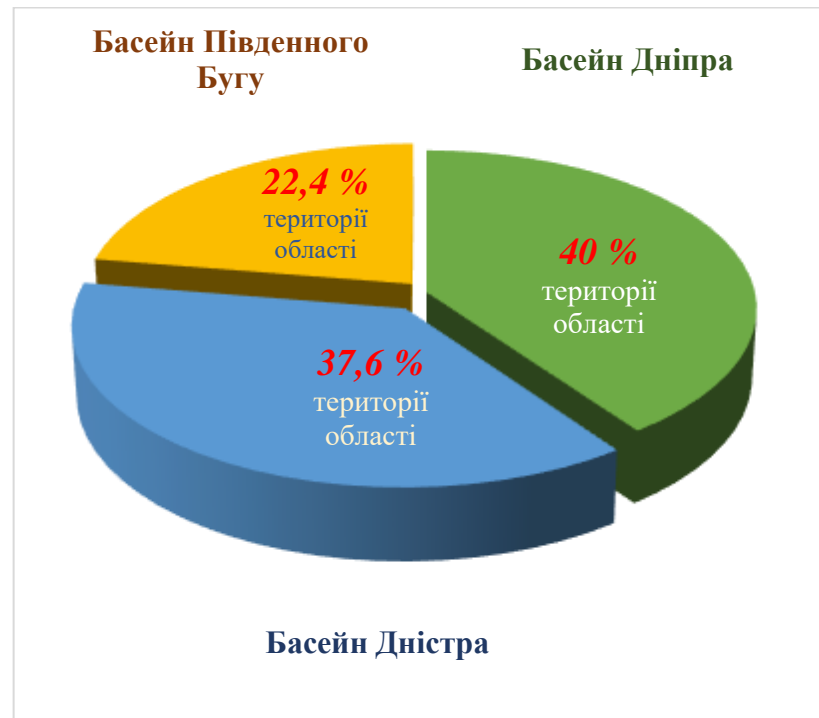


Рисунок 2.2 – Розподіл території Хмельницької області за річковими басейнами

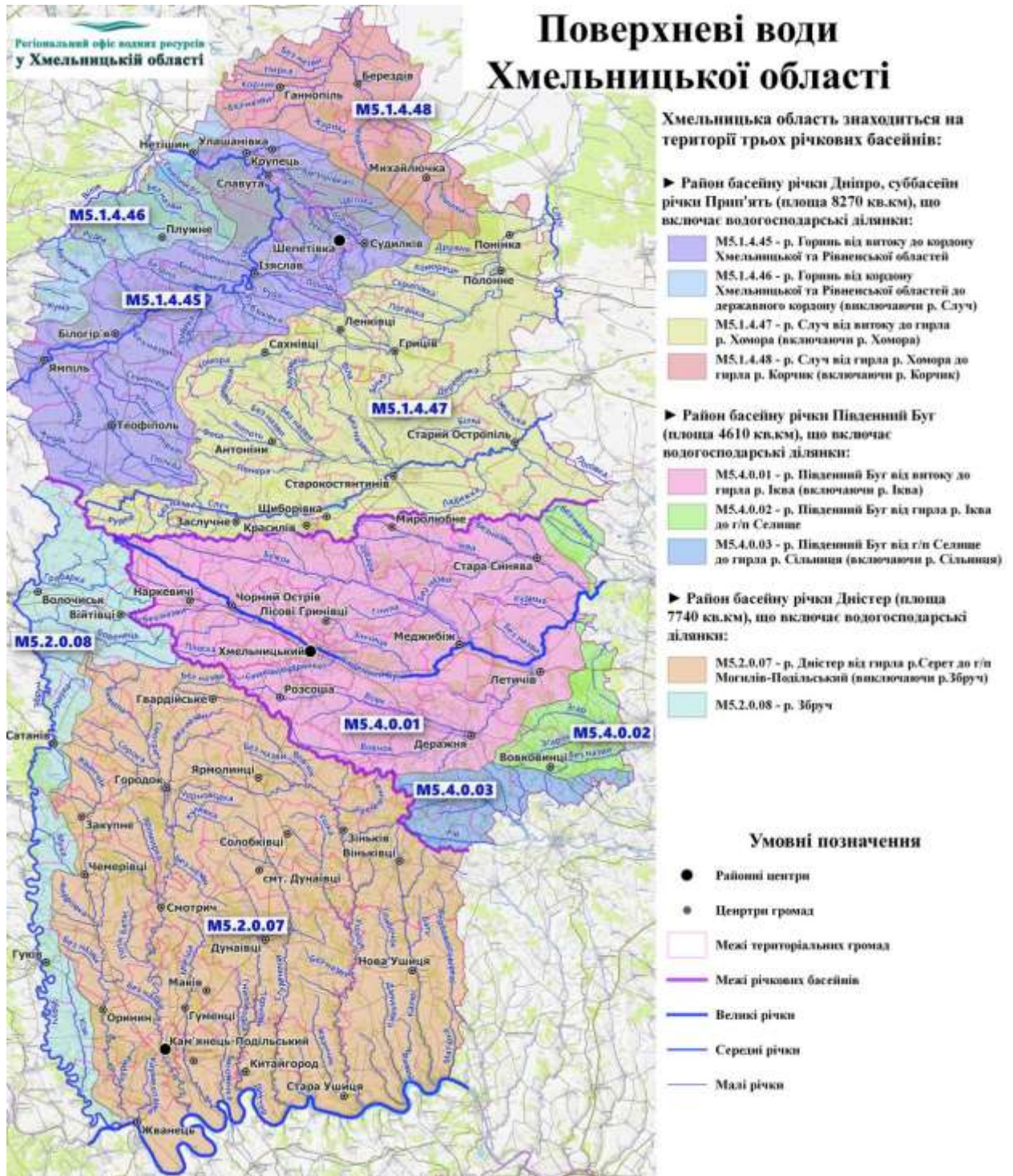


Рисунок 2.3 – Поверхневі води Хмельницької області

Гідрографічна мережа області нараховує 3733 водотоків загальною довжиною 12880 км, у тому числі великі річки: Дністер (в межах області 152 км) і Південний Буг (140 км); середні річки: Случ (119 км), Горинь (150 км), Збруч (247 км), а також 3728 малих річок і водотоків, загальною

довжиною 12072 км. Кількість річок довжиною більше 10 км складає 211, у т.ч. малих – 206, загальною довжиною 4872 км, у т.ч. малих – 4064 км [28, 29].

У межах Хмельницької області природні озера трапляються вкрай рідко. Вони мають порівняно незначні площі та, як правило, розташовані в межах лісових масивів, що належать до земель державного лісового фонду. Найбільшим серед таких природних водойм є озеро Святе, воно розташоване в північній частині області в басейні річки Горинь; площа його водного дзеркала становить близько 4,2 гектара.

Крім природних озер, на півночі регіону в суббасейні річки Прип'ять сформувалися штучні водойми, що утворилися внаслідок заповнення водою відпрацьованих піщаних і торф'яних кар'єрів. Найвідомішими серед них є так звані Голубі (або Блакитні) озера, вони розташовані приблизно за 4 кілометри на захід від міста Славута. Цей комплекс включає вісім основних та низку менших водойм, з яких найбільша є складовою гідрологічного заказника «Голубе Озеро», що має однойменну назву.

Зазначені водойми не є поодинокими – подібні озерні комплекси трапляються і в інших частинах півночі області. Зокрема, ще один осередок подібних озер знаходиться за 8 кілометрів від селища Білогір'я.

Перезволожені ділянки земної поверхні – болота – займають незначну площу на території області. Вони поширені переважно в заплавах рік Горинь, Вілія, Случ, Хомора тощо. А в долинах рік приток Дністра і Південного Бугу розташовані лише у верхів'ях. Живляться переважно підземними водами і належать до типу низинних боліт, їх рослинність: осока, очерет, мохи, болотне різнотрав'я. Вони мають значні запаси торфу [28].

Верхові болота невеличкими ділянками можна зустріти в западинах на вододілах рік. Вони живляться атмосферними опадами.

Основні водоносні горизонти підземних мінеральних вод Хмельницької області приурочені до відкладів силуру та венду, які представлені вапняками, пісковиками, аргілітами, а також до тріщинуватих кристалічних порід докембрію, представлених гранітами. Всього на 01.01.2023 року на території

Хмельницької області розвідано і взято на облік балансові експлуатаційні запаси підземних мінеральних вод, які затверджені по 13 родовищах, що включають 16 ділянок мінеральних підземних вод, з них розроблялись 7 ділянок та 9 не розроблялись [28, 29].

Ґрунтовий покрив Хмельницької області є результатом сукупного впливу природних та антропогенних чинників, серед яких ключову роль відіграють ґрунтоутвірні породи, рельєф, кліматичні умови, характер рослинності та господарська діяльність людини.

Основу геологічної структури, яка визначає типи ґрунтів, становлять лесові та лесовидні суглинки, алювіальні відклади, вапняки, піски, глини, супіски. На рівнинних ділянках із лісостеповою рослинністю ці породи створили передумови для формування широкого спектру ґрунтових типів. Так, на лесах і лесовидних суглинках домінують чорноземи та сірі лісові ґрунти; твердокарбонатні підстилаючі породи є базою для дерново-карбонатних ґрунтів; алювіальні відклади долинних ділянок сприяли утворенню лучних, лучно-болотних та торфво-болотних ґрунтів.

Найпоширенішими в регіоні є опідзолені лісостепові ґрунти, до яких належать такі підтипи, як ясно-сірі, сірі, темно-сірі лісові ґрунти та опідзолені чорноземи. Особливу увагу заслуговують темно-сірі опідзолені ґрунти, які переважають на вирівняних вододілах і пологих схилах центральної та південної частин області. Ці ґрунти відзначаються нижчим рівнем опідзолення, глибшим гумусовим горизонтом (від 55 см до 65 см), у якому вміст гумусу складає від 2,9 % до 3,1 %. Їм притаманна сприятлива агрономічна структура, висока насиченість поживними речовинами, що робить їх особливо придатними для інтенсивного сільськогосподарського використання.

На території Хмельницької області нараховується близько 50 ґрунтових відмін. Найбільші площі займають чорноземи типові, що поширені в центральній частині області (рисунок 2.4).

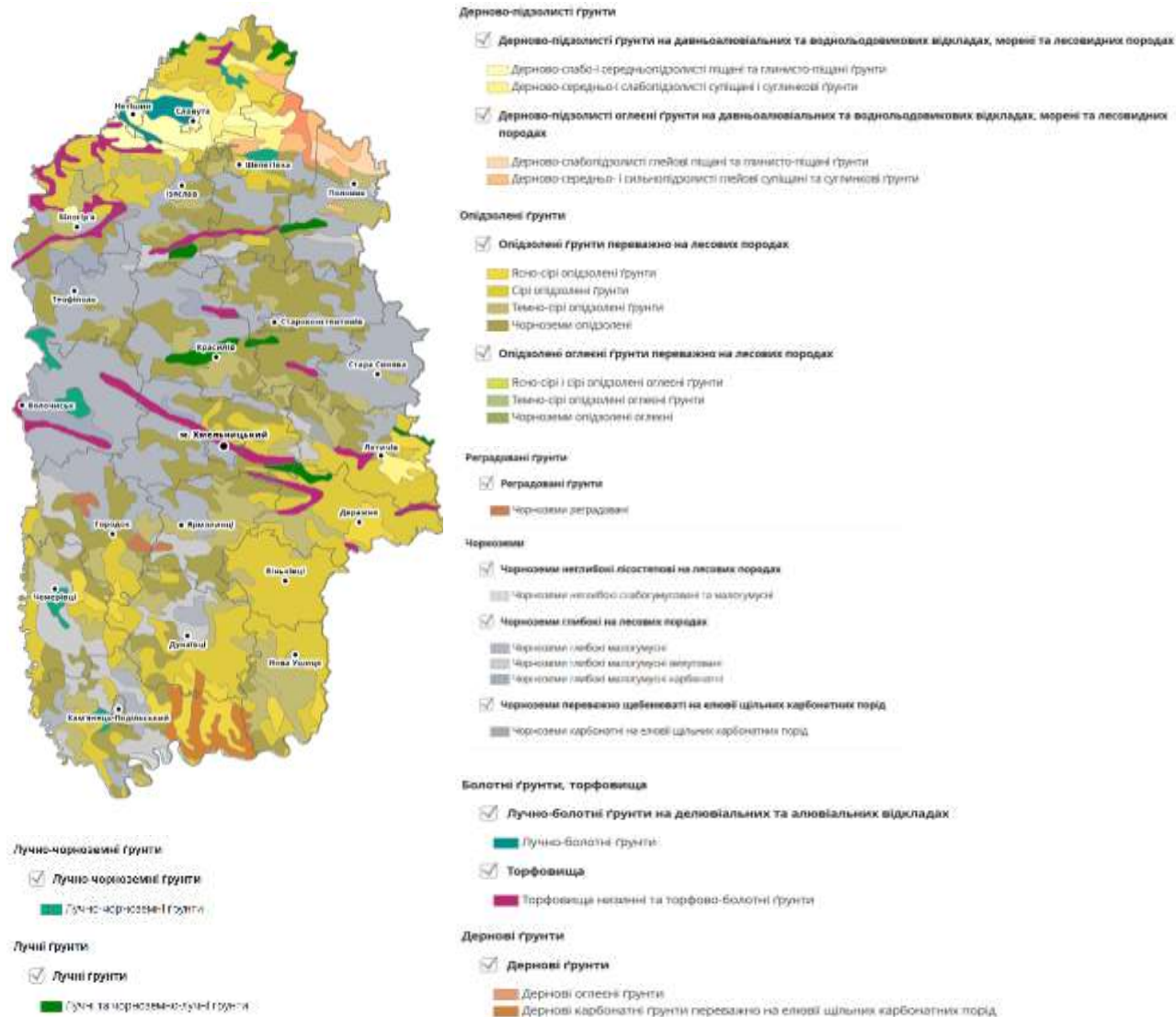


Рисунок 2.4 – Карта ґрунтів Хмельницької області  
(Джерело: <https://surl.li/ywdmrl>)

Станом на 1 січня 2024 року, відповідно до даних Головного управління Держгеокадастру у Хмельницькій області, загальна площа земельного фонду області становить приблизно 2,1 млн гектарів. У структурному розподілі земельного фонду переважають сільськогосподарські угіддя, що займають майже три чверті всієї території області (рисунок 2.5). Серед них домінуюче місце посідає рілля, частка якої становить близько 60 % від площі сільськогосподарських земель [30].

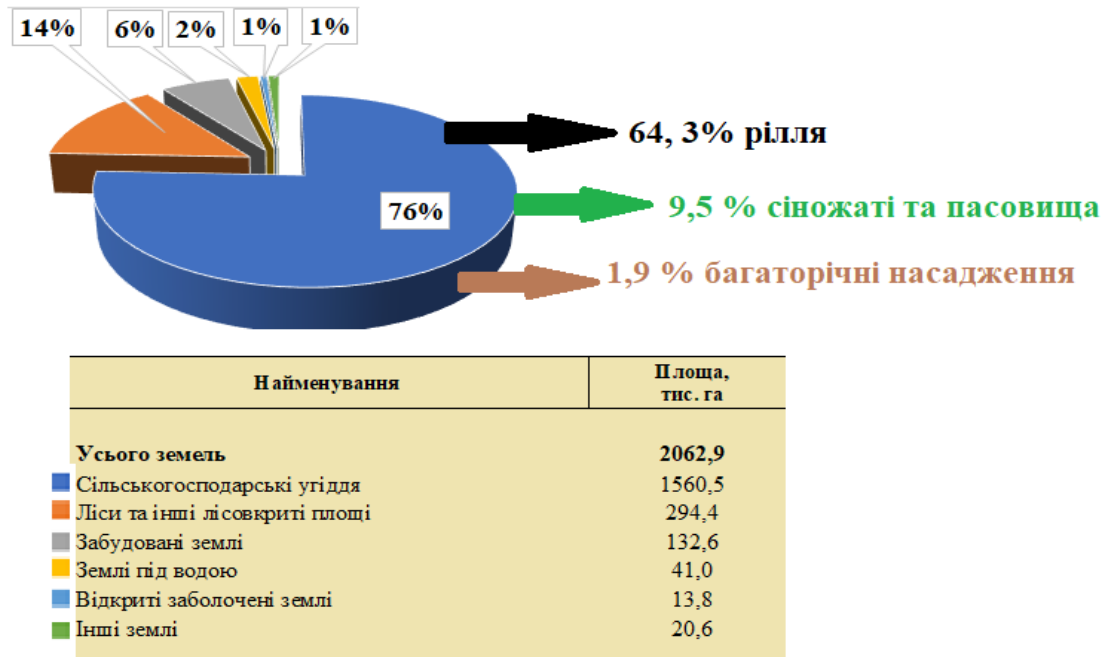


Рисунок 2.5 – Структура земельного фонду Хмельницької області

Що стосується екологічної безпеки ґрунтового покриву, зафіксовано, що концентрації хімічних забруднювачів і радіонуклідів не перевищують установлених гранично допустимих норм, що свідчить про задовільний санітарно-екологічний стан земель сільськогосподарського призначення в регіоні .

## 2.2 Зміни клімату

Зміни клімату впливають на життя та здоров'я людей різними способами. Ці зміни є загрозою важливим складовим міцного здоров'я – чистому повітрю, безпечній питній воді, продуктам харчування та безпечному житлу і можуть підірвати десятиліття прогресу в галузі глобальної охорони здоров'я.

Очікується, що в період між 2030 р. та 2050 р. зміни клімату спричинять приблизно 250 000 додаткових смертей на рік лише від недоїдання, малярії, діареї та теплового стресу. Прямі витрати на здоров'я оцінюються в межах від 2 млрд до 4 млрд доларів США на рік до 2030 року [2]. Райони зі слабкою інфраструктурою охорони здоров'я – переважно в країнах, що розвиваються –

будуть найменш спроможні впоратися без допомоги для підготовки та реагування.

Викиди парникових газів, що виникають внаслідок видобутку та спалювання викопного палива, є основними факторами, що сприяють зміні клімату та забрудненню повітря. Водночас, ці види діяльності мають потенціал для скорочення викидів парникових газів та отримання значних супутніх переваг для здоров'я, зокрема шляхом зменшення забруднення повітря. Наприклад, поступова відмова від забруднюючих енергетичних систем або сприяння громадському транспорту та активному пересуванню можуть знизити викиди вуглецю та зменшити тягар забруднення повітря в домогосподарствах та навколишнього середовища, що спричиняє 7 млн передчасних смертей на рік [2].

За даними Хмельницького обласного центру з гідрометеорології середня річна температура повітря у 2023 році становила плюс 10,3 °С (для міста Хмельницького 10,5 °С, рисунки 2.5-2.6). Аналіз даних спостережень за останні п'ять років свідчить про те, що середня температура в області набула тенденції до збільшення, адже у 2021 році значення середньої температури фіксувалось на рівні плюс 8,3 °С.

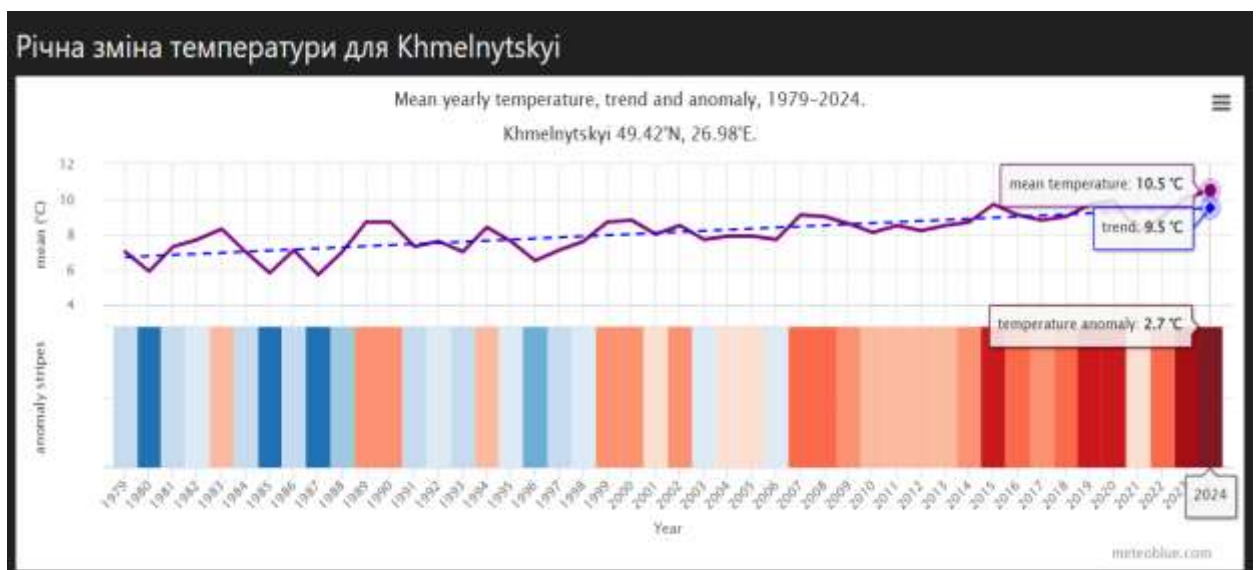


Рисунок 2.5 – Зміна середньорічної температури у місті Хмельницький (meteoblue.com)



Рисунок 2.6 – Зміна місячних аномалій температури та опадів  
(meteoblue.com)

Середня річна кількість опадів у 2023 році становила 567,0 мм, за останні 5 років вона збільшилась від 538,0 мм до 674,0 мм. Поряд з цією позитивною тенденцією зросла частота метеорологічних небезпечних явищ, зокрема чергування періодів сильної спеки та короткочасних потужних злив, що призводить до підтоплення в населених пунктів [28].

## **3 АНАЛІЗ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У МЕЖАХ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

### **3.1 Характеристика галузей та джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря**

На території Хмельницької області активно функціонують такі галузі економіки, як промисловість, сільське, житлово-комунальне господарство та транспорт.

Промисловий потенціал Хмельницької області включає орієнтовно 1 200 підприємств, на яких зайнято близько 37,6 тис. працівників, що становить одну третину загальної зайнятості в регіоні. Серед них переважають малі та мікропідприємства (88,8 %), тоді як питома вага середніх і великих становить відповідно 11 % та 0,5 %. Індустріальний профіль області відзначається високим ступенем розвитку харчової, гумової та пластмасової промисловості, виробництвом неметалевої мінеральної продукції та машинобудівного комплексу. Центром промислової діяльності є місто Хмельницький, а також населені пункти Кам'янець-Подільський, Красилів, Волочиськ, Славута та прилеглі до них громади.

У 2023 році виробництво промислової продукції зросло на більш ніж 10 % після попереднього падіння на 15 %, що свідчить про відновлення виробничого потенціалу в усіх секторах. Приблизно 25 % загального обсягу виробництва припадає на електроенергетику – здебільшого завдяки діяльності Хмельницької АЕС, дочірнього підприємства НАЕК «Енергоатом». Це зумовлює значну залежність показників регіонального промислового сектору від роботи атомної електростанції. Протягом 2018-2022 років частка області в загальноукраїнському обсязі реалізованої промислової продукції становила в середньому 1,8 %, що знаходиться на рівні сусідніх Житомирської (1,7 %) і Рівненської (1,6 %) областей. Загалом за останні п'ять років промисловий сектор забезпечував близько 40 % вартості випуску продукції, з яких 58,4 %

припадає на переробну промисловість, а 38,7 % – на постачання електрики, газу, пари та кондиціонованого повітря.

Аграрний сектор забезпечує продовольчу безпеку як на регіональному, так і на національному рівні. Його внесок у валову додану вартість області становить близько 30 %. У сільському господарстві задіяно понад 300 000 од. особистих селянських господарств та 1 680 юридичних осіб, включно з 1 119 фермерськими господарствами. Загальна площа оброблюваної ріллі становить 1 254 000 га (85 % усіх угідь); у цьому секторі працюють близько 26 000 осіб. Розвиток харчової та переробної промисловості підтримується понад 110 великими підприємствами й майже 300 малими виробниками.

У 2023 році валове виробництво сільськогосподарської продукції збільшилось на 9,2 %, після падіння на 10,2 % у 2022 році. Понад 70 % продукції виробляють сільськогосподарські підприємства, частка яких зростає. Регіон має значний потенціал для органічного виробництва: сертифікована площа досягла 5,5 тис. га і зросла втричі за п'ять років.

Ріст обсягів рослинницької продукції забезпечується впровадженням високорентабельних технологій та високоврожайних сортів. У 2023 році область посіла високі місця серед лідерів з урожайності пшениці, соняшника та ріпака. У національному контексті регіон забезпечує 6,2 % виробництва зернових, 4,7 % насіння соняшнику, 13,5 % цукрових буряків і 10,6 % плодово-ягідної продукції.

У тваринницькому секторі домінують молочно-м'ясне скотарство, свинарство, птахівництво, вівчарство та бджільництво. Станом на 1 січня 2024 року в області утримували 212,4 тис. голів великої рогатої худоби, 377,5 тис. свиней, 39,7 тис. овець і кіз та 7,7 млн голів птиці. Спостерігається скорочення поголів'я ВРХ і птиці. За обсягом виробництва меду Хмельниччина залишається лідером України. У 2018-2022 роках вироблено 3 384,3 т риби та 723,8 т садкового матеріалу. Аквакультура залучала 113 операторів, а обсяг товарної риби становив 2 809,5 т.

Житлово-комунальне господарство Хмельницької області. Станом на 1 січня 2025 року загальна площа багатоквартирного житлового фонду Хмельницької області становить 39 031 000 м<sup>2</sup>. З цієї загальної площі 3 934 459 м<sup>2</sup> – введені в експлуатацію в період з 2012 р. по 2023 р.

На території області функціонує 90 комунальних підприємств, які забезпечують централізовані послуги з:

- теплопостачання;
- водопостачання та водовідведення;
- утримання житлового фонду та благоустрою населених пунктів.

Функції централізованого теплопостачання здійснюють 14 підприємств теплоенергетики, що обслуговують відповідну кількість населених пунктів. Аналіз фінансово-господарської діяльності за перші вісім місяців 2024 року свідчить про складний економічний стан цих підприємств. Зокрема:

- обсяг дебіторської заборгованості зріс на 11,6 %, досягнувши 2 517,3 млн грн;
- зношені житловий фонд та технічна інфраструктура потребують модернізації;
- обладнання переважно застаріле та характеризується високим рівнем енергоємності.

Водопостачання більшості населених пунктів забезпечується з артезіанських свердловин, тоді як у Кам'янець-Подільську та Полонному використовують як підземні, так і поверхневі джерела. За даними моніторингу 2023 року, охоплення населення централізованим водопостачанням області становить:

- міста – 538 200 осіб або 84,5 %;
- селища – 71 900 осіб або 85,6 %;
- села – 184 100 осіб або 36,4 %.

Централізоване водовідведення охоплює:

- міста – 457 300 осіб або 71,8 %,
- селища – 30 200 осіб або 36 %,

- села – 5 800 осіб або 1,1 %.

Ці послуги забезпечуються 49 підприємствами, серед яких 16 спеціалізованих комунальних, 32 багатогалузевих, одне відомче підприємство (державне).

Інфраструктура включає 192 насосні станції водопостачання, 3 894,5 км водопровідних мереж, 36 очисних споруд, 1 122,6 км каналізаційних мереж, 984 одиниці насосного обладнання. Технічний стан цієї галузі – критичний, оскільки від 65 % до 70 % обладнання зношено, 30,1 % водомереж знаходяться в аварійному стані, 40,9 % каналізаційних мереж вимагають термінового втручання, 66,6 % очисних споруд потребують модернізації. Унаслідок цього спостерігаються значні втрати води, екологічні ризики забруднення через неякісне очищення стоків.

У сфері централізованого тепlopостачання функціонують 13 одиниць комунальних котельних підприємств та одне підприємство Нетішинської АЕС. Загальна кількість котелень – 747 одиниць, з них 537 – комунальних, 210 – відомчих. Мережі охоплюють 632,95 км теплових трас у двотрубному обчисленні та 191 центральний тепловий пункт. Котли переважно працюють на газі. Упорядкованість випуску теплової енергії становить 100 %.

За офіційними даними Держстату, за 2023 рік у Хмельницькій області утворено 826 500 тонн ТПВ: 148 400 тонн – утилізовано, 17 100 тонн – спалено, 355 000 тонн – розміщено на спеціалізованих полігонах.

Транспортна система Хмельницької області репрезентує важливий структурний елемент регіонального розвитку, що забезпечує зв'язність території та інтеграцію в загальнодержавну транспортну мережу. Основу транспортного каркасу формують дві магістральні автомобільні дороги (одна міжнародного, інша – державного значення), які перетинають область у перпендикулярному напрямі, а також залізничні колії, що ведуть до двох головних транспортно-логістичних вузлів – станцій Шепетівка та Гречани. Така конфігурація транспортної мережі створює передумови для високого рівня внутрішньообласної доступності.

Залізничний транспорт посідає ключове місце у системі вантажних та пасажирських перевезень як у межах регіону, так і в контексті міжрегіональних зв'язків. Область знаходиться у межах Південно-Західної залізниці, на її території функціонує понад 50 залізничних станцій, серед яких найбільш значущими є вузлові станції Шепетівка та Гречани. Через територію області проходять важливі залізничні маршрути: Київ – Хмельницький – Львів, а також Шепетівка – Кам'янець-Подільський – Чернівці. Станція Шепетівка входить до переліку найбільших залізничних вузлів України, відстань до обласного центру залізницею складає 129 км. Загальна протяжність залізниць в області становить 738 км, а їх щільність – 35,8 км на 1 тис. км<sup>2</sup> (середній показник по Україні складає 37,6 км).

Провідну роль у вантажних перевезеннях відіграє автомобільний транспорт. Автомобільна мережа включає 2104,1 км доріг державного значення та 5088,76 км доріг місцевого значення (з яких 3668,16 км – обласного і 1420,6 км – районного рівня). Найбільша інтенсивність руху вантажного транспорту спостерігається в зоні Київ – Умань – Хмельницький та на маршруті Хмельницький – Тернопіль – Львів.

Мережа автомобільних доріг загального користування місцевого значення налічує 810 одиниць протяжністю 5088,76 км, з яких 390 – обласні (3668,16 км) і 420 – районні (1420,6 км). Значна частина доріг перебуває в незадовільному технічному стані, ступінь зношеності покриття становить від 60 % до 80 %, що характерно приблизно для 90 % усіх доріг. Інфраструктура зазнає швидкого руйнування через збільшення навантаження на дорожнє полотно, інтенсивний рух і недостатню пропускну здатність мережі. Крім того, на території області розташовано 326 мостів, з яких близько 20 % не відповідають технічним вимогам експлуатації. Основною причиною такої ситуації є хронічне недофінансування дорожніх робіт.

Автобусна маршрутна мережа області включає 827 напрямків (з урахуванням маршрутів територіальних громад), з них 550 – міжміські та приміські маршрути загального користування, організатором яких є

Хмельницька обласна державна адміністрація. Обслуговування здійснюється 180 суб'єктами господарювання, серед яких 27 юридичних осіб та 153 фізичні особи-підприємці. Транспортно-логістична система області загалом характеризується низькою якістю обслуговування вантажних і пасажирських перевезень. Рухомий склад є морально та фізично застарілим, не відповідає потребам населення і чинним нормативам, а відповідно є потужним джерелом негативного впливу на довкілля.

Таким чином, Хмельницька область має промисловий комплекс, що орієнтований на використання вуглецевого палива; розвинуту аграрну галузь, що включає рослинництво і тваринництво; житлово-комунальний сектор, що надає послуги з теплопостачання з використанням природного газу. Хмельницький є транспортним хабом, де розвинуті автомобільне та залізничне сполучення. Такі види техногенної діяльності є потужними джерелами викидів забруднюючих речовин.

### 3.2 Аналіз обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря

До ключових факторів, що визначають забруднення атмосферного повітря на території Хмельницької області, відносяться як техногенні (емісійні) джерела викидів, так і природні умови, зокрема метеорологічні та топографічні особливості регіону. Відповідно до аналітичних даних, наданих суб'єктами системи екологічного моніторингу, упродовж 2019-2023 років не було зафіксовано випадків виникнення надзвичайно високих рівнів забруднення повітря внаслідок техногенних аварій чи несприятливих природних процесів, а також не виявлено наднормативних викидів зі стаціонарних джерел, які могли б суттєво погіршити якість атмосферного повітря.

Забруднення атмосферного повітря техногенного походження переважно формується в результаті викидів, які надходять від двох основних

типів джерел: стаціонарних та пересувних. До основних джерел забруднення належать теплове та енергетичне обладнання, промислові об'єкти, підприємства аграрного сектору, а також різні категорії транспортних засобів.

У 2023 році загальний обсяг викидів забруднюючих речовин і парникових газів зі стаціонарних джерел на території області становив 18,801 тис. тонн, що на 12,8 % перевищує відповідний показник 2022 року (рисунок 3.1).

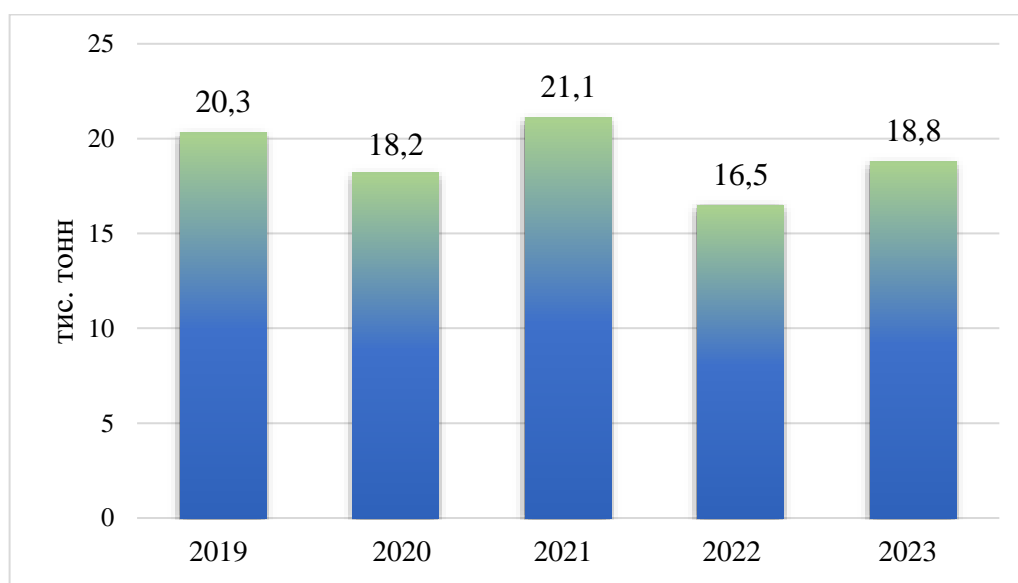


Рисунок 3.1 – Динаміка викидів забруднюючих речовин стаціонарними джерелами з 2019 р. по 2023 р.

У 2020 та 2022 роках було зафіксовано істотне зниження обсягів атмосферних викидів, що зумовлено, з одного боку, широким впровадженням обмежувальних заходів, пов'язаних із глобальною пандемією COVID-19, а з іншого – деструктивними соціально-економічними наслідками повномасштабної військової агресії, розв'язаної РФ проти України. Сукупний вплив цих факторів призвів до тимчасового скорочення промислової активності та зниження мобільності населення, що й стало головними чинниками зменшення рівнів забруднення повітря.

Згідно з поточними прогностичними оцінками, у коротко- та середньостроковій перспективі передбачається відносна стабілізація

щорічних обсягів викидів на позначці приблизно 20 тис. тонн, що свідчить про поступову адаптацію економічних суб'єктів до нових реалій.

У структурі загального обсягу викидів за 2023 рік домінують такі забруднюючі речовини, як оксид вуглецю, діоксид азоту, діоксид сірки, діоксид вуглецю, метан і неметанові леткі органічні сполуки (рисунок 3.2).

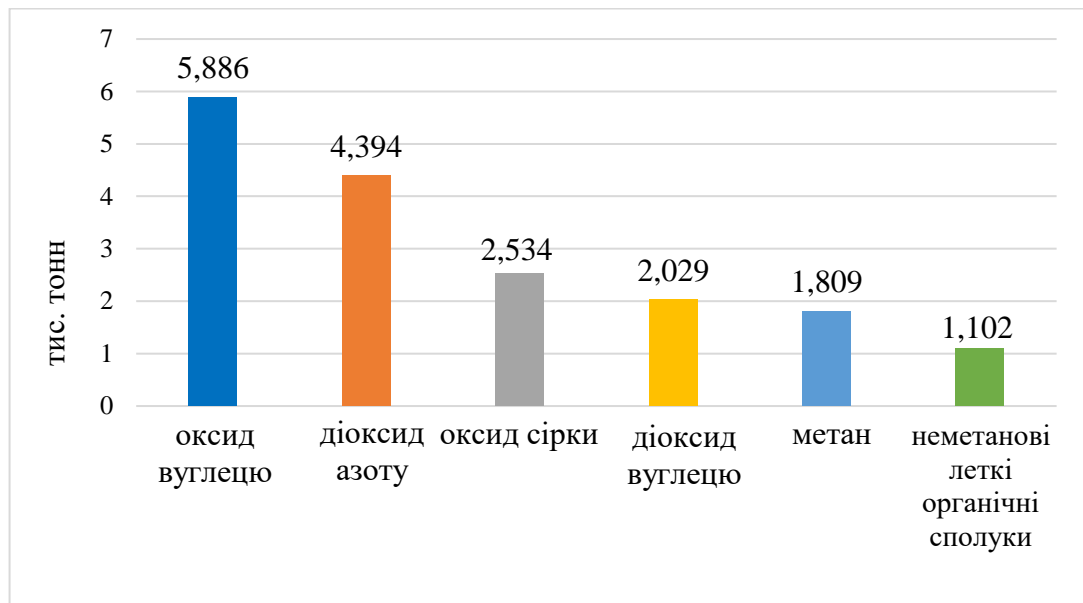


Рисунок 3.2 – Викиди в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення за найбільш поширеними забруднювачами

Така конфігурація свідчить про переважання джерел, пов'язаних із транспортною інфраструктурою, енергетичним сектором і промисловими підприємствами. Сумарний внесок цих сполук складав близько 95 % від загального обсягу викидів. На 1 км<sup>2</sup> території області у 2023 році припадало 0,91 т викидів забруднюючих речовин, а на одну особу – 15,2 кг.

Згідно з офіційною інформацією, наданою Департаментом природних ресурсів та екології Хмельницької обласної державної адміністрації, у межах області у 2023 році видано 165 дозвільних документів на здійснення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами. Із загальної кількості суб'єктів господарювання, що отримали дозволи, 40 класифікуються як такі, що належать до другої групи за рівнем екологічної небезпеки, тоді як 125 суб'єктів віднесено до третьої групи.

Відповідно до статистичних матеріалів Головного управління статистики у Хмельницькій області, основними джерелами викидів забруднюючих речовин у 2023 році серед видів економічної діяльності були:

- підприємства переробної промисловості – 14,2 тис. тонн викидів;
- суб'єкти агропромислового комплексу, включаючи сільське, лісове та рибне господарство – 2,7 тис. тонн викидів;
- підприємства добувної промисловості й розроблення кар'єрів – 0,6 тис. тонн викидів;
- установи, що займаються постачанням електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря – 0,5 тис. тонн (детальніше див. рисунок 3.3).

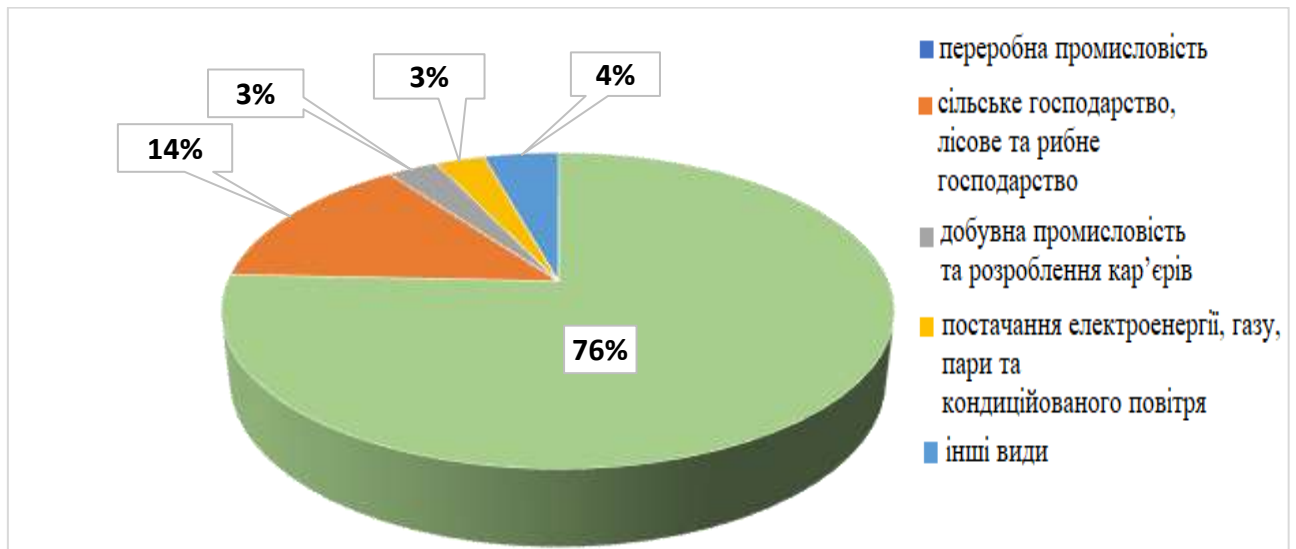


Рисунок 3.3 – Основні забруднювачі атмосферного повітря за видами економічної діяльності у 2023 році

Така структура свідчить про переважаючий вплив промислового сектору на загальний рівень атмосферного забруднення в регіоні.

Найбільшими забруднювачами атмосферного повітря стали такі підприємства: АТ «Подільський цемент», ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна», Міське комунальне підприємство «Хмельницьктеплокомуненерго», ТОВ «Наркевицький цукровий завод», ТОВ «Старокостянтинівцукор» (рисунок 3.4).

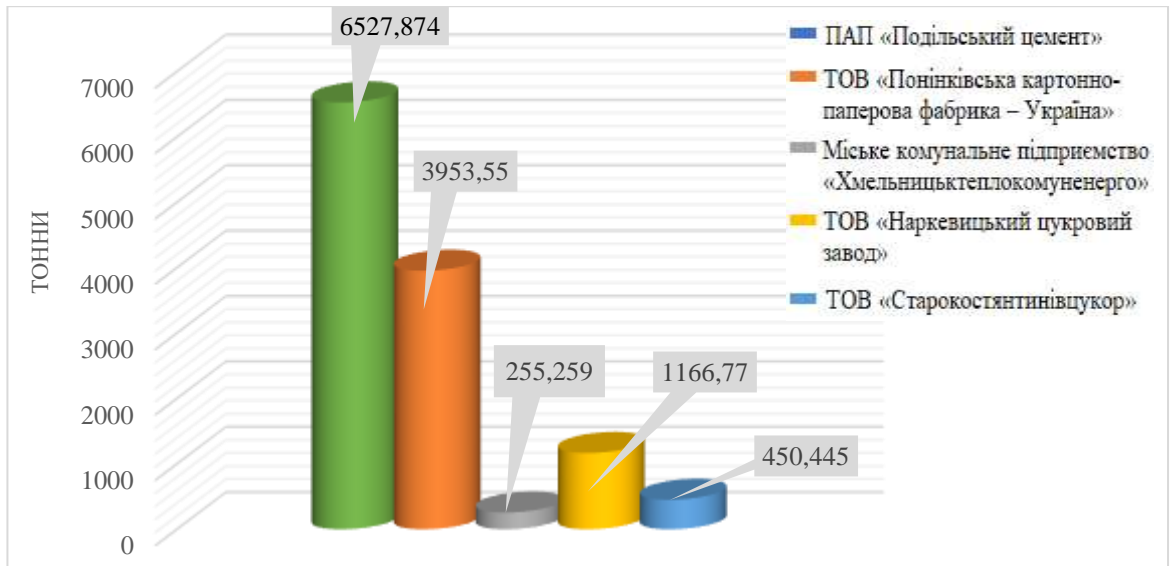


Рисунок 3.4 – Підприємства, що здійснили найбільшу кількість викидів забруднюючих речовин за 2023 рік в атмосферне повітря Хмельницької області

Таким чином, однією з основних причин забруднення атмосферного повітря є вплив промислових підприємств через низький рівень оснащення стаціонарних джерел викидів пилогазоочисним устаткуванням

Наявні в Регіональній доповіді «Про стан навколишнього середовища Хмельницької області у 2021 році» дані свідчать про превалювання майже вдвічі викидів від пересувних джерел у загальному обсязі (рисунок 3.5).

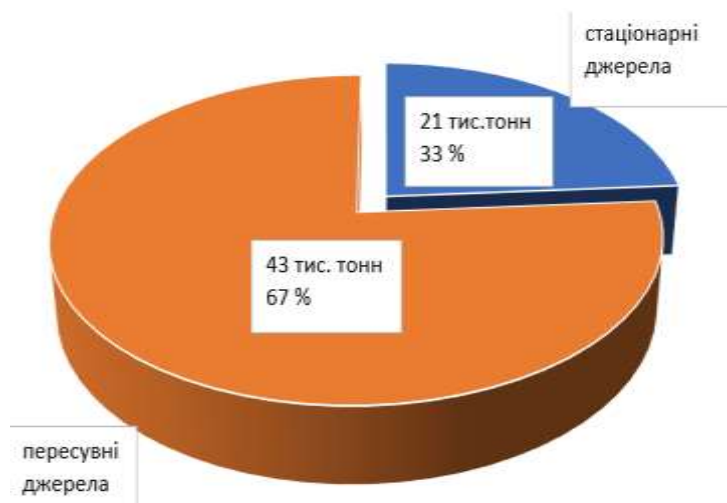


Рисунок 3.5 – Викиди стаціонарними та пересувними джерелами в атмосферне повітря Хмельницької області у 2021 році

Таким чином, у Хмельницькій області найпотужнішим джерелом викидів є транспорт, що відрізняє її від східних та деяких центральних промислово-розвинутих областей, у яких викиди від стаціонарних джерел є більшими або наближені до викидів від пересувних джерел.

### 3.3 Характеристика ступеня забруднення атмосферного повітря

У Хмельницькій області моніторинг стану атмосферного повітря на постійній основі здійснюється виключно в межах обласного центру – міста Хмельницького.

Відповідні дослідження проводяться двома стаціонарними постами, що належать до системи Хмельницького обласного центру з гідрометеорології. Зазначені пости здійснюють регулярне спостереження за концентрацією 19 забруднюючих речовин, серед яких основні – пил, діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид та оксид азоту, фенол, хлороводень, аміак, формальдегід, а також специфічні компоненти, включаючи аміак, формальдегід та вісім важких металів.

Аналіз динаміки середньорічних концентрацій основних поллютантів атмосферного повітря міста Хмельницького (пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю) за період з 2022 р. по 2023 р. і перше півріччя 2024 року представлено в таблиці 3.1 та на рисунку 3.6.

Таблиця 3.1 – Концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі міста Хмельницького у 2023 році

Назва забруднюючої речовини	Середньо-річний вміст, мг/м <sup>3</sup>	Середньо-добові ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Максимально-разові ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Максимальний вміст, мг/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
Пил	0,0830	0,15	0,5	0,3370
Діоксид сірки	0,0169	0,05	0,5	0,0307
Оксид вуглецю	1,8411	3,0	5,0	3,22

Кінець таблиці 3.1

1	2	3	4	5
Діоксид азоту	0,0333	0,04	0,2	0,1249
Оксид азоту	0,0272	0,06	0,4	0,1249
Фенол	0,0019	0,003	0,01	0,0845
Формальдегід	0,0016	0,003	0,035	0,0157
Сульфати	0,0104	Не нормується	Не нормується	0,0156

За результатами спостережень, усі проаналізовані показники, за винятком окремих випадків, перебувають у межах гранично допустимих концентрацій (ГДК) середньорічного рівня, що свідчить про стабільну екологічну ситуацію в місті у контексті якості повітря.

Водночас були зафіксовані окремі випадки перевищення нормативних показників. Зокрема, у літні місяці (липень-серпень) 2023 року спостерігалось перевищення середньомісячного рівня ГДК для діоксиду азоту – 1,08 ГДК відносно середньодобової норми. У той самий період було виявлено перевищення концентрацій формальдегіду – відповідно, 1,253 ГДК та 1,258 ГДК. Ці випадки потребують посилення заходів екологічного контролю.

У Хмельницькій області реалізується «Програма державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря на 2022–2026 роки Хмельницької зони», яка є частиною загальнодержавної екологічної політики, спрямованої на забезпечення сталого управління якістю повітряного середовища.

Основною метою Програми є впровадження сучасної інтегрованої системи державного моніторингу атмосферного повітря, що передбачає збирання, обробку, збереження та аналітичне опрацювання достовірної інформації щодо його якісного стану, оцінювання поточних змін і ризиків, а також формування прогностичних моделей щодо його динаміки.

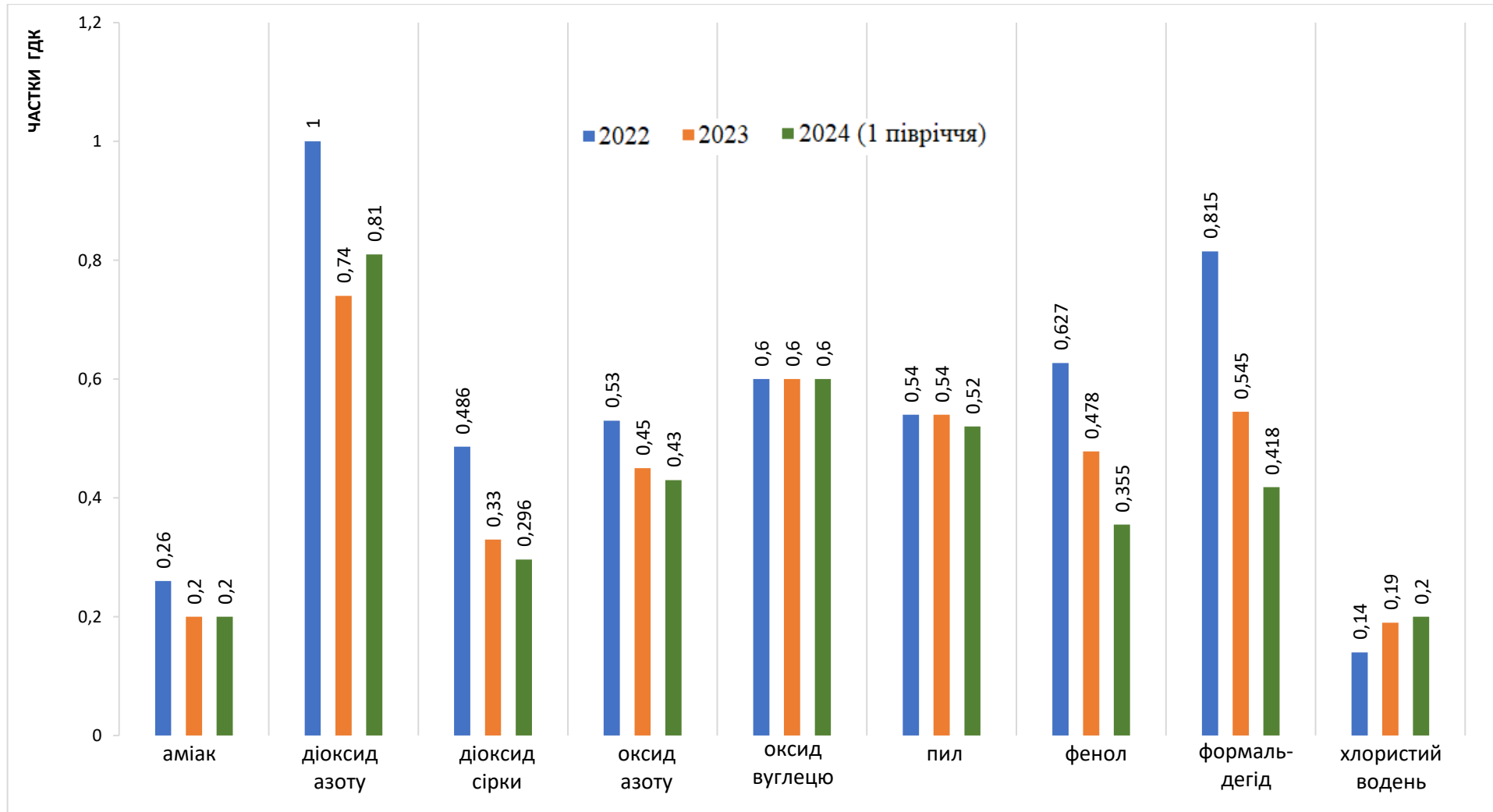


Рисунок 3.6 – Динаміка зміни концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Хмельницького, частки ГДК

Завдання Програми включають, зокрема, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття ефективних управлінських рішень у сфері охорони довкілля, а також системне інформування населення про рівень забруднення атмосферного повітря та пов'язані з цим ризики для здоров'я.

На сучасному етапі розвитку суспільства наявна об'єктивна потреба в інтенсифікації впровадження заходів, окреслених у відповідній Програмі, з особливим акцентом на модернізацію та розширення територіальної мережі спостережень. Формування більш розгалуженої системи моніторингу є надзвичайно важливим чинником для забезпечення повноцінного, просторово збалансованого збору достовірної інформації щодо стану атмосферного повітря на всій території Хмельницької області. Такий підхід дозволить не лише підвищити ефективність екологічного контролю, а й сприятиме прийняттю обґрунтованих управлінських рішень у сфері охорони довкілля, що є передумовою для сталого розвитку регіону.

### 3.4 Шляхи покращення стану атмосферного повітря у межах Хмельницької області в контексті цілей сталого розвитку

Захист атмосферного повітря від забруднення є ключовим елементом реалізації Цілей сталого розвитку, визначених у глобальному контексті. Насамперед, ефективна охорона повітряного середовища сприяє досягненню Цілі 3 «Міцне здоров'я і благополуччя», зокрема завдання щодо зменшення рівня смертності та захворюваності, зумовлених забрудненням повітря у довкіллі. Крім того, поліпшення якості атмосферного повітря безпосередньо впливає на Ціль 11 «Сталий розвиток міст і спільнот», оскільки чисте повітря є невід'ємною умовою безпечного, стійкого та екологічно сприятливого міського середовища. Захист атмосфери також сприяє реалізації Цілі 13 «Боротьба зі зміною клімату», адже зменшення викидів забруднюючих речовин, зокрема парникових газів, є важливим аспектом адаптації до

кліматичних змін та пом'якшення їхніх наслідків. Окремо варто зазначити взаємозв'язок з Ціллю 15 «Збереження екосистем суші», оскільки зменшення забруднення повітря позитивно впливає на стан біорізноманіття, знижує тиск на наземні екосистеми та покращує умови їхнього функціонування.

У контексті екологічної безпеки та сталого розвитку, покращення якості атмосферного повітря в межах Хмельницької області потребує комплексного підходу із залученням ключових секторів економіки та управління. Відповідно до сучасних екологічних викликів пропонуються такі заходи:

- промисловий сектор: впровадження чистих, екологічно безпечних технологій із мінімальним рівнем викидів забруднювальних речовин. Суттєвого значення набуває ефективне управління міськими та аграрними відходами, зокрема через упровадження технологій уловлювання метану з полігонів твердих побутових відходів як альтернативи традиційному спалюванню. Зібраний біогаз доцільно спрямовувати на подальшу енергетичну утилізацію;

- енергетика: орієнтація на поступове збільшення частки палива з низьким рівнем викидів, а також на використання відновлюваних джерел енергії, що не передбачають процесів горіння – зокрема сонячної, вітрової та гідроенергетики. Перспективним напрямом є впровадження когенераційних установок для одночасного виробництва теплової та електричної енергії, а також розвиток розподіленої генерації – таких як дахові сонячні панелі та міні-мережі;

- транспортна інфраструктура: пріоритетність має надаватися розвитку швидкісного громадського транспорту, розширенню пішохідних та велосипедних мереж, а також модернізації міжміських залізничних перевезень. Важливим кроком є перехід на транспортні засоби з низьким рівнем викидів, включаючи модернізацію важкого дизельного автотранспорту, використання палива зі зниженим вмістом сірки та впровадження альтернативних екологічно безпечних палив;

- міське планування: підвищення енергоефективності будівель і створення компактних, екологічно збалансованих міських просторів з широким застосуванням зелених зон. Такий підхід сприяє зниженню рівня викидів та підвищенню якості життя населення;

- управління відходами: необхідно впроваджувати ефективні стратегії зменшення обсягів відходів, їх повторного використання, переробки та екологічної утилізації. Особливу увагу слід приділити впровадженню технологій біологічної обробки, таких як анаеробне розкладання з метою отримання біогазу – ресурсу з високим енергетичним потенціалом;

- охорона здоров'я: має потенціал до активного впливу на формування кліматично орієнтованої політики, демонструючи приклад сталого управління та одночасно підвищуючи якість надання медичних послуг. Такий підхід забезпечує як покращення екологічної ситуації, так і зміцнення громадського здоров'я.

## ВИСНОВКИ

Розвиток промислової діяльності та виробництва енергії на основі викопного палива, а також значне збільшення автомобільного транспорту призвели до зниження якості атмосферного середовища, що негативно впливає на стан екосистем. У результаті виконання роботи визначено, що наслідки від забруднення атмосферного повітря мають негативний вплив на здоров'я людини, стан довкілля, соціальну та економічну сфери.

Пріоритетними забруднювачами у світі та Україні є тверді частинки, озон, оксиди азоту та сірки, чадний газ. Майже 99 % населення світу проживає в місцях з нездоровим рівнем забруднення  $PM_{2,5}$ , що утворюються при використанні палива в побуті та електростанціями; у сільському господарстві; при спалюванні відходів; під час лісових пожеж тощо.

Тропосферний озон шкодить здоров'ю людини, погіршує стан рослин та негативно сприяє зміні клімату, утворюється в повітрі внаслідок хімічної взаємодії між оксидами азоту та ЛОС. Спалювання викопного палива в транспортних засобах, на електростанціях, промислових підприємствах та в будинках, а також промислова діяльність (наприклад, видобуток та переробка нафти, газу) призводить до утворення хімічних речовин-попередників озону.

Діоксид азоту утворюється внаслідок спалювання палива в транспортному, енергетичному та промисловому секторах. Оскільки транспорт є основним джерелом утворення  $NO_2$ , його концентрація зазвичай найвища в міських районах, близько 55 % зі 194 країн не відповідають визначеному ВООЗ показнику якості повітря за вмістом діоксиду азоту.

Виявлення екологічно небезпечних територій, а також аналіз змін якості повітря у просторі та часі здійснюються методами порівняння та комплексного аналізу шляхом розрахунку інтегральних екологічних індикаторів, серед яких найбільше використовується індекс забруднення атмосфери (ІЗА).

У країнах ЄС питання нормування та досягнення сталого рівня якості повітря, що не загрожує довкіллю та населенню, регулюються Директивою 2008/50/ЄС «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи» та ряду директив, що встановлюють довгострокові цілі, цільові значення, поріг сповіщення та інформаційний поріг для забруднюючих речовин. В Україні для реалізації положень Директиви 2008/50/ЄС була прийнята Постанова КМУ від 14.08.2019 № 827 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря», відповідно до якої на території України залежно від ступеня забруднення атмосферного повітря встановлені зони та агломерації та розроблені Програми державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря.

Хмельницька область характеризується сприятливими природними та кліматичними умовами, різноманітністю ландшафтних територій, багатством рослинного і тваринного світу, мінеральними водами, родючими чорноземами, широкою мережею рік. Поділяється на три адміністративних райони – Кам'янець-Подільський, Хмельницький та Шепетівський, що включають 60 територіальних громад. Зміни клімату на території області проявляються у збільшенні середньорічної температури за 5 років та збільшенні опадів, що супроводжуються зростанням частоти метеорологічних небезпечних явищ, зокрема чергування періодів сильної спеки та короткочасних потужних злив, що призводить до підтоплення в населених пунктів.

На території Хмельницької області активно функціонують такі галузі економіки, як промисловість, сільське, житлово-комунальне господарство та транспорт, що формують потужний техногенний вплив на стан атмосферного повітря, у першу чергу через використання викопного вуглецевого палива та утворення органічних відходів. Техногенна складова забруднення атмосферного повітря формується в результаті викидів, що надходять від двох основних типів джерел: стаціонарних та пересувних. Пересувні джерела майже вдвічі перевищують пересувні джерела за обсягами викидів в атмосферне середовище.

У 2023 році загальний обсяг викидів забруднюючих речовин і парникових газів зі стаціонарних джерел на території області становив 18,801 тис. тонн, що на 12,8 % перевищує відповідний показник 2022 року. У структурі загального обсягу викидів за 2023 рік домінують такі забруднюючі речовини, як оксид вуглецю, діоксид азоту, діоксид сірки, діоксид вуглецю, метан і неметанові леткі органічні сполуки.

Основними джерелами викидів забруднюючих речовин у 2023 році серед видів економічної діяльності були підприємства переробної промисловості, суб'єкти агропромислового комплексу, включаючи сільське, лісове та рибне господарство, підприємства добувної промисловості й розроблення кар'єрів та установи, що займаються постачанням електроенергії. Найбільші викиди в атмосферне повітря серед підприємств області здійснюють АТ «Подільський цемент», ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна», Міське комунальне підприємство «Хмельницьктеплокомуненерго», ТОВ «Наркевицький цукровий завод», ТОВ «Старокостянтинівцукор».

У Хмельницькій області моніторинг стану атмосферного повітря на постійній основі здійснюється виключно в межах обласного центру – міста Хмельницького. За результатами спостережень, усі проаналізовані показники, за винятком діоксиду азоту та формальдегіду, перебувають у межах ГДК середньорічного рівня, що свідчить про стабільну екологічну ситуацію в місті у контексті якості повітря.

Для покращення стану атмосферного повітря у межах Хмельницької в роботі розроблені рекомендації для промислових підприємств, енергетики, транспорту, міського планування, управління муніципальними та сільськогосподарськими відходами, в галузі охорони здоров'я.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Air Quality Revision of EU Rules CAMS General Assembly Brussels, 12-13 June 2024. Брюссель, 12-13 червня 2024 року. – Режим доступу: <https://surli.cc/qmhrjo> (дата звернення: 01.05.2025).

2. World Health Organization (WHO) 2014. 7 million premature deaths annually linked to air pollution. – Режим доступу: <https://www.who.int/news/item/25-03-2014-7-million-premature-deaths-annually-linked-to-air-pollution> (дата звернення: 01.05.2025).

3. United Nations. The future is now. Science for achieving sustainable development. – 2019. – Режим доступу: [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/24797GSDR\\_report\\_2019.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/24797GSDR_report_2019.pdf) (дата звернення: 01.05.2025).

4. Sokhi R.S. A global observational analysis to understand changes in air quality during exceptionally low anthropogenic emission conditions / R.S. Sokhi, V. Singh, X. Querol et al. // *Environ Int.* – 2021. – Vol. 157. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412021004438> (дата звернення: 02.05.2025).

5. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale / J. Lelieveld, J.S. Evans, M. Fnais et al. // *Nature.* – 2015. – Vol. 525. – P. 367-371. – Режим доступу: <https://www.nature.com/articles/nature15371> (дата звернення: 02.05.2025).

6. World Health Organization (WHO). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. – 2021. – Режим доступу: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228> (дата звернення: 02.05.2025).

7. State of Global Air Report / 2024. – Режим доступу : <https://www.stateofglobalair.org/news-events/new-state-global-air-report-finds-air-pollution-second-leading-risk-factor-death> (дата звернення: 03.05.2025).

8. Ultrafine Particle Features Associated with Pro-Inflammatory and Oxidative Responses: Implications for Health Studies / Francesca Costabile, Maurizio Gualtieri, Carla Ancona et al. // *Atmosphere*. – 2020. – 11(4). Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2073-4433/11/4/414> (дата звернення: 5.05.2025).

9. Лоева І.Д. Оцінка стану забруднення атмосферного повітря великого міста: методи аналізу, прогнозу, регулювання. Монографія./ І.Д. Лоева, О.Г. Владимірова, В.А. Верлан. – Одеса : Екологія, 2010. – 224 с.

10. Чугай А.В. Особливості забруднення атмосферного повітря міст Північно-Західного Причорномор'я / А.В. Чугай, Т.А. Сафранов // *Вісник Харківського національного університету ім. Каразіна*. – 2020. – № 52. – С. 251-260.

11. Татарченко Г. Аналіз забруднення оксидами азоту повітряного простору території Києва / Г. Татарченко // *Містобудування та територіальне планування*. – 2021. – № 77. – Режим доступу: <http://mtp.knuba.edu.ua/article/view/238474> (дата звернення: 10.05.2025).

12. Яценко Ю. Оцінка сучасного рівня та тенденцій забруднення атмосферного повітря міст України діоксидом азоту / Ю. Яценко, О. Шевченко, С. Сніжко // *Вісник КНУ ім. Т. Шевченка. Геологія*. – 2025. – № 3(82). – С. 87-95.

13. Orellano P. Short-term exposure to sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>) and all-cause and respiratory mortality: A systematic review and meta-analysis / P. Orellano, J. Reynoso, N. Quaranta // *Environment International*. – 2021. – № 150. – Режим доступу: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33601225/> (дата звернення: 10.05.2025).

14. Mylona A.-D. Seasonal variation of SO<sub>2</sub> and its impact on respiratory human health / A.-D. Mylona // *International Journal of Engineering Development and Research*. – 2018. – № 6. – P. 85-89.

15. Пацева І. Г. Аналіз стану атмосферного повітря міста Житомира (2018–2022) / І. Г. Пацева, А.М. Кагукіна // Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки. – 2024. – № 1. – Режим доступу: [10.32782/naturalspu/2024.1.10](https://doi.org/10.32782/naturalspu/2024.1.10). (дата звернення 15.05.2025).
16. Григор'єв К. Оцінка стану атмосферного повітря у м. Миколаєві / К. Григор'єв // Проблеми хімії та сталого розвитку. – 2023. – № 4. – С. 39-48.
17. Солуха І. Аналіз стану забруднення атмосферного повітря в м. Києві за 2018–2022 рр. / І. Солуха // Містобудування та територіальне планування. – 2024. – № 85. – Режим доступу: <http://mtp.knuba.edu.ua/article/view/304418> (дата звернення: 20.05.2025).
18. Савенець М.В. Інтегрований погляд на сучасний стан забруднення атмосферного повітря в Україні / М.В. Савенець // Вісник НАН України. – 2023. – № 9. – С. 80-86.
19. Гончаренко А. Формування емісії забруднення атмосферного повітря від окремих вибухів внаслідок воєнних дій / А. Гончаренко, Р. Сіпаков // Екологічна безпека та природокористування. – 2023. – № 45. – Режим доступу: <https://es-journal.in.ua/article/view/276937> (дата звернення: 20.05.2025).
20. Системний аналіз якості навколишнього середовища : підручник / за заг. ред. Т.А. Сафранова, Я.О. Адаменко. Одеса, 2015. – 244 с.
21. Владимірова О.Г. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище: конспект лекцій / О.Г. Владимірова, О.Ю. Сапко. – Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2019. – 103 с.
22. Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. Постанова КМУ від 14 серпня 2019 р. № 827. – Київ. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text> (дата звернення: 23.05.2025).
23. Суха Н.О. Місце індикативних вимірювань у системі моніторингу якості атмосферного повітря / Н.О. Суха, Л.І. Григор'єва // Екологічні науки. – 2020. – № 4(31). – С. 27-30.

24. Ткачук О.П. Проблеми адаптації системи моніторингу атмосферного повітря в Україні до вимог Європейського союзу / О.П. Ткачук, О.В. Мазур // Екологічні науки. – 2024. – № 1(52). – С. 65-70.
25. Кольцов М. Моніторинг якості атмосферного повітря: український та міжнародний досвід. Аналітична записка / М. Кольцов, Л. Шевченко. – Київ : ГО «Фундація «Відкрите Суспільство», 2018. – 13 с.
26. Природа Хмельницької області / за ред. К.І. Геренчука. – Львів : Вид-во при Львів. ун-ті, 1980. – 152 с.
27. Атлас «Агрокліматичні ресурси України» / за ред. Т.І. Адаменка, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенка. – Київ : Український гідрометеорологічний центр, 2016. – 113 с.
28. Регіональні доповіді «Стан навколишнього природного середовища Хмельницької області» за 2019-2023 роки. – Режим доступу: [https://www.adm-km.gov.ua/?page\\_id=1625](https://www.adm-km.gov.ua/?page_id=1625) (дата звернення: 10.05.2025).
29. Екологічні паспорти Хмельницької області за 2019-2023 роки. – Режим доступу: [https://www.adm-km.gov.ua/?page\\_id=7157](https://www.adm-km.gov.ua/?page_id=7157) (дата звернення: 10.05.2025).
30. Природно-екологічні особливості та сучасний стан землекористування в ОТГ Хмельницької області / М.Р. Питуляк, М.В. Питуляк, Б.М. Жулканич, С.Л. Бартко // Екологічні науки : науково-практичний журнал. – 2022. – № 4(43). – С. – 121-126.