

Міністерство освіти і науки України  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
ННІ «Інститут геології»  
Кафедра геоінформатики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА  
Спеціальність 193 – Геодезія та землеустрій  
освітня програма «Геоінформаційні системи та технології»

ТЕМА: «ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГІС ТА ДЗЗ В МОНІТОРИНГУ  
АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ»

Виконала

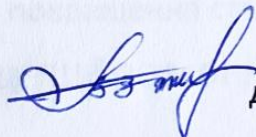


студентка 4-го курсу

Кафедри геоінформатики

Кузьменко Дарина Володимирівна

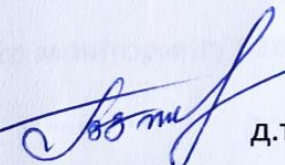
Науковий керівник



д.т.н., професор Зацерковний В.І.

Робота рекомендується до захисту (протокол № 14 )  
засідання кафедри геоінформатики від 13.06.23р.

Завідувач кафедри



д.т.н., професор Зацерковний В.І.

Київ – 2023

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ СУЧАСНОЇ УКРАЇНИ .....</b>	<b>11</b>
1.1. Зміна клімату .....	11
1.2. Забруднення атмосферного повітря .....	20
<b>РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА МОДЕЛЮВАННЯ .....</b>	<b>26</b>
2.1. Загальна характеристика об'єкта моделювання .....	26
2.2. Аналіз забруднення повітря в Чернігівській області.....	29
2.2.1. Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря .....	30
2.2.2. Основні забруднювачі атмосферного повітря .....	34
2.2.3. Транскордонне забруднення атмосферного повітря .....	36
2.2.4. Оцінка якості атмосферного повітря в населених пунктах .....	37
2.2.5. Оцінка стану радіаційного забруднення атмосферного повітря .....	41
2.3. Вплив забруднюючих речовин на здоров'я населення та біорізноманіття..	41
2.4. Заходи, спрямовані на покращення стану атмосферного повітря.....	42
<b>РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА КОНЦЕПЦІЇ ГІС МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....</b>	<b>44</b>
3.1. Необхідність застосування геоінформаційних систем і технологій для моніторингу атмосферного повітря .....	44
3.2. Організація державного моніторингу навколишнього природного середовища .....	45
3.3. Розробка концепції ГІС моніторингу атмосферного повітря .....	50
<b>РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ГІС МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....</b>	<b>54</b>
4.1. Визначення основних забруднювачів атмосферного повітря .....	54
4.2. Моделювання в ГІС моніторингу атмосферного повітря.....	57
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>66</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>67</b>

**Перелік умовних позначень, символів, одиниць вимірювання,  
скорочень**

ГІС – геоінформаційні системи.

ГІТ – геоінформаційні технології.

ДЗЗ – дистанційне зондування Землі.

НС - надзвичайні ситуації.

НПС – навколишнє природне середовище.

ЦМР – цифрові моделі рельєфу.

LIDAR – Light Detection and Ranging, технологія вимірювання відстаней шляхом випромінювання світла (лазер) та виміру часу повернення цього відбитого світла на приймач.

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission, радіолокаційна топографічна місія.

QGIS – («Quantum GIS») вільна крос-платформна ГІС.

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГІС ТА ДЗЗ В МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ» містить: \_\_\_ сторінок, \_\_\_ рисунків, \_\_\_ таблиць, \_\_\_ використаних джерел.

**Об'єкт дослідження** – забруднення атмосферного повітря.

**Предметом дослідження** – якість атмосферного повітря.

**Мета роботи:** візуалізація забруднення атмосферного повітря, аналіз його стану за допомогою геоінформаційних технологій та створення бази геоданих основних забруднювачів повітря.

**Методи дослідження:** обробка літературних джерел, застосування методів картографування, інтерполювання та моделювання для візуалізації даних моніторингу повітря, використання супутникових знімків для аналізу забруднення.

**Наукова новизна** – створення актуального картографічного матеріалу для аналізу атмосферного повітря в Чернігівській області

**Практичне значення** – отримані автором результати можуть бути використані прийняття ефективних управлінських рішень при вирішенні завдань поліпшення екологічної ситуації.

## ВСТУП

**Актуальність проблеми.** «Серед низки актуальних проблем, що потребують щонайшвидшого вирішення для забезпечення сталого розвитку суспільства, є встановлення критичних техногенних навантажень на НПС, моделювання процесів взаємодії і взаємопроникнення природних і антропогенних факторів, безперервний моніторинг цих процесів і прогнозування надзвичайних ситуацій (НС). Об'єктами моніторингу при цьому виступають: атмосфера; гідросфера; літосфера; ґрунти, земельні, лісові, рибні, сільськогосподарські та інші ресурси та їх використання; біота; природні комплекси та екосистеми. Серед них одним з найважливіших є моніторинг атмосферного повітря (АП), оцінка внесення в атмосферу або виникнення в ній нових, нехарактерних для неї фізичних, хімічних, біологічних речовин та перевищення природного рівня концентрацій забруднюючих і отруйних речовин, контроль за станом джерел викидів, розробка управлінських рішень, щодо покращення екологічної ситуації та прогнозування станів НПС»  
(Гавриленко О.П., 2004  
([https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/iebmd/severin\\_priodoohoronni\\_tehnologii/](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/iebmd/severin_priodoohoronni_tehnologii/))).

«Забруднення атмосфери – це зміни її стану внаслідок надходження домішок, не характерних для її постійного складу. Так, щорічно в атмосферу на території України викидається понад 17 млн. т шкідливих речовин (це більше, ніж по 300 кг на кожного жителя). На кожен квадратний кілометр української землі випадає близько 19 т отрути з атмосфери. Найгірші справи у Донецьку, Дніпрі, Кам'янському, Запоріжжі, Кривому Розі, Маріуполі, Одесі, Києві. Сильними забруднювачами є сірководень, аміак, фенол»  
(<https://www.unian.ua/ecology/reduction/1216722-nebezpechne-povitrya-chim-dihayut-ukrajintsi.html>)).

«Найбільшим забруднювачем АП є транспорт, особливо автомобільний, частка якого у викидах шкідливих речовин становить 90%, у тому числі: 94% – у

викидах оксиду азоту, 92% – у викидах оксиду вуглецю, 90% сажі, 75% викидів метану та неметанових органічних сполук, 70% викидів діоксиду сірки, 62–65% викидів діоксиду азоту. У викидах парникових газів частка автомобільного транспорту зростає з 40,2% у 1990 р. до 84,5% у 2011 р. і з кожним роком продовжує зростати» (<https://sd4ua.org/golovni-temi-stalogo-rozvitku/transport>).

Підтримання АП в безпечному стані є ключовим чинником забезпечення реалізації гарантованого ст. 50 Конституції України права на безпечне життя та здоров'я довкілля.

Розвиток науково-технічного прогресу спричинює зростання геоекологічної напруги за рахунок збільшення навантаження на середовище життєдіяльності, літосферу, гідросферу, атмосферу і людину. Існуючі технології з попередження і прогнозування загрозливих і шкідливих природних і техногенних чинників не забезпечують упереджене прийняття технічних і організаційних заходів по мінімізації ризику для населення і господарських об'єктів у випадку виникнення природних і техногенних катастроф. Тому одним з пріоритетних напрямків природоохоронної політики українського суспільства повинно стати удосконалення діючих і розвиток нових принципів і методів оцінки моніторингу стану природних об'єктів і екологічного нормування всіх видів антропогенних впливів.

Практична реалізація різних аспектів вирішення перерахованих проблем вимагає застосування певних інформаційних технологій, чільне місце серед яких займають геоінформаційні системи (ГІС), геоінформаційні технології (ГІТ) та дані дистанційного зондування (ДДЗ). Доступність цифрових даних (як картографічних, так і ДДЗ) на регіони України свідчить про можливість розв'язання задач екологічного управління за допомогою ГІС: нормування, контролю, експертизи, моніторингу тощо (Зацерковний В.І., 2016).

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Широкому впровадженню ГІС у систему моніторингу АП сприяє стрімкий розвиток наземної навігації, що ґрунтується на засобах супутникового позиціонування, (GPS,

Gallileo), телекомунікацій, дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), web-картографування і картографічних сервісів в Internet, а також нагромадження великого об'єму просторових даних, розподілених по державних, галузевих, відомчих і комерційних базах даних (БД).

Розвитку і становленню ГІС суспільство завдячує багатьом зарубіжним, радянським, пострадянським і вітчизняним ученим, серед яких Берлянт О.М., Бугаєвський Л.М., Бусигін Б.С., Бурачек В.Г., Данджермонд Дж., Іщук О.О., Зацерковний В.І., Калкінз Х., Капралов Є.Г., Карпінський Ю.О., Корольов Ю.К., Кошкар'єв А.В., Лур'є І.К., Мерс М. де, Мокін В.Б., Морозов В.В., Світличний О.О., Серединін Є.С., Тікунов В.С., Томплінсон З.Ф., Шипулін В.Д., Цветков В.Я. та багато інших.

Проблема забруднення НПС відображена у працях вчених і практиків України та країн СНД: Балацького О.Ф., Бурдіяна Б.Г., Глухова В.В., Грабинського І.М., Данилишина Б.М., Данилка В.К., Думнова А.Д., Казанської Є.В., Коржаневської Є.І., Лісочкіної Т.В., Міщенко В.С., Пінігіна М.А., Прокопова Є.В., Сахаєва В.Г., Трудової М.Т. та інших.

Визнаючи наукову і практичну цінність розробок названих авторів, треба відзначити, що відсутність цілісної методології геоінформаційної підтримки прийняття рішень у системі моніторингу АП не забезпечує ефективності прийняття рішень у процесі покращання екологічною ситуацією, оскільки сучасний моніторинг сьогодні здійснюється головним чином на підставі суб'єктивних оцінок або з використанням моделей, які не відповідають сучасному рівню управління, що суттєво стримує автоматизацію розв'язку задач оперативного управління територіями та викликає об'єктивне протиріччя між високими вимогами до оперативності і ефективності прийняття рішень у процесі управління станом забруднення АП та обмеженими можливостями науково-методичного апарату (моделей, методів, алгоритмів).

У даній роботі розвинуто їх ідеї при створенні регіональної моніторингової системи забруднення АП на базі ArcGIS, яка дозволяє здійснювати безперервний

екологічний моніторинг, візуалізацію інформації та розв'язувати актуальні задачі природоохоронного захисту.

Усе це обумовило значимість та актуальність теми дипломної роботи та основні напрями дослідження.

**Актуальність і невідкладність вирішення проблеми моніторингових досліджень** стану АП полягає в тому, що в країні існує ряд відомчих спостережних систем за станом довкілля, але вони не інтегровані в єдиний комплекс і не можуть ефективно виконувати узагальнюючу функцію оцінювання стану і рівня використання природних ресурсів, прогнозувати зміни і розробляти рекомендації для прийняття управлінських рішень щодо оптимізації господарської діяльності, природокористування і стану довкілля. Питання збереження чистого АП не може досліджуватись без інтегрованого аналізу стану усієї території і повинно входити до заходів збереження природо-заповідних територій, біорізноманіття і екологічної мережі тощо.

**Метою дипломного проекту** є розробка концепції створення та впровадження ГІТ у систему моніторингу АП і підвищення ефективності існуючої системи моніторингу АП за рахунок впровадження ГІС, створенні пілотної версії ГІС моніторингу АП для одержання даних геохімічного і геоекологічного змісту для наукового обґрунтування прийняття природоохоронних рішень на локальному або регіональному рівнях.

**Об'єкт дослідження** – стан забруднення АП на території Чернігівської області.

**Предметом дослідження** – існуюча система моніторингу за станом АП.

**Методи дослідження.** Теоретичним підґрунтям розробки є системний підхід та основні положення сучасної теорії управління проектами. Аналітичні дослідження ГІС виконувались з застосуванням методу декомпозиції складних систем до рівня тематичних підсистем з побудовою аналітичних і алгоритмічних математичних моделей.

Досягненню поставленої в проекті мети сприяв розв'язок наступних задач:

1. Розробка концепції ГІС моніторингу АП.
2. Розробка структури ГІС моніторингу АП.
3. Створення реляційної бази даних ГІС.
4. Розробка рекомендацій щодо покращення сучасного стану АП.
5. Розробка рекомендацій щодо застосування ГІС моніторингу АП для оцінки ризиків.

**Наукова новизна роботи** полягає у розробці єдиного геоінформаційного простору, який може застосовуватись для прийняття управлінських рішень експертного і управлінського характеру, забезпечення екстреного інформаційного зв'язку при порушеннях екологічної рівноваги, а також для збереження, аналізу і інтерактивного відображення екологічного стану природних і антропогенних ресурсів певного територіального утворення.

Інформаційну базу дослідження склали дані статистичних бюлетенів Держкомстату України, статистичних щорічників України.

**Практична значимість** роботи полягає в тому, що впровадження ГІТ в систему моніторингу АП дозволяє оцінити тенденції забруднення АП шкідливими речовинами; здійснити прогнозування рівнів забрудненості атмосферного повітря викидами шкідливих речовин від стаціонарних та пересувних джерел; здійснити регіональний аналіз територіальної варіації рівнів забрудненості АП; оцінити вплив забруднення АП на рівень захворюваності; здійснити аналіз виконання заходів щодо охорони АП; використати результати аналізу при обґрунтуванні заходів щодо охорони АП та пошуку джерел фінансування.

Це забезпечується тим, що ГІС створена на єдиній топографо-геодезичній цифровій основі в територіально-часовому розрізі, а матеріали електронних карт є інтегрованим банком даних, що можуть бути використані в будь-яких сферах діяльності, пов'язаних з дослідженням і експлуатацією природних ресурсів, охороні НПС, розробкою нових і уточненням існуючих кадастрів.

Реалізація програмного забезпечення ГІС моніторингу АП дозволить здійснювати прискорений неупереджений аналіз території, інтегрувати і комбінувати дані, які раніше були важко зіставити.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ СУЧАСНОЇ УКРАЇНИ

Сучасна екологічна ситуація у світі і в Україні є доволі складною. Основні екологічні проблеми представлені на рис. 1.1.



*Рис. 1.1. Види екологічних проблем*

З цього переліку розглянемо проблему зміни клімату та забруднення атмосферного повітря, які безпосередньо стосуються даного дослідження.

#### 1.1. Зміна клімату

«Термін «зміна клімату» означає зміну клімату, яка прямо або непрямо обумовлена діяльністю людини, породжує зміни у складі глобальної атмосфери і накладається на природне коливання клімату, що спостерігаються протягом порівняльних періодів часу» (Рамкова конвенція ООН про зміну клімату, 1992).

Пізніше, в документах Міжнародної групи експертів зі змін клімату МГЕЗК (IPCC), про «зміну клімату» вже кажуть як про кліматичні зміни в часі, спричинені не тільки людською діяльністю, а й природними процесами (*TAR Climate Change, 2001*).

Зміна клімату є однією з основних проблем світового розвитку з потенційно серйозними загрозами для глобальної економіки та міжнародної безпеки внаслідок підвищення прямих і непрямих ризиків, пов'язаних з енергетичною безпекою, забезпеченням продовольством і питною водою, стабільним існуванням екосистем, ризиків для здоров'я і життя людей (*Концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року*).

Основними напрямками діяльності в Україні щодо запобігання зміні клімату, які зазначені у Концепції з реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року є:

– скорочення антропогенних викидів і збільшення абсорбції парникових газів та забезпечення поступового переходу до низьковуглецевого розвитку держави;

– адаптація до зміни клімату, підвищення опірності та зниження ризиків, пов'язаних із зміною клімату (*TAR Climate Change, 2001*).

**Скорочення антропогенних викидів парникових газів.** Згідно з Рамковою конвенцією ООН про зміну клімату, в результаті людської діяльності відбулося істотне збільшення концентрації парникових газів в атмосфері, що посилює природний парниковий ефект, і може призвести до додаткового потепління поверхні і атмосфери Землі та несприятливо вплинути на природні екосистеми і людство (*Рамкова конвенція ООН про зміну клімату, 1992*).

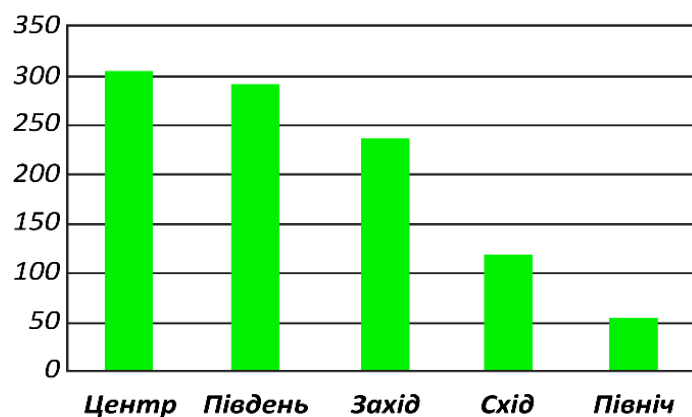
У документах Робочої групи МГЕЗК зазначається, що найбільший внесок у зміну клімату дають сполуки, які відносяться до «парникових газів»: насамперед вуглекислий газ (діоксид вуглецю) і метан (*Climate Change, 2007*).

Карта та поділ території України за регіонами, наведені на рис. 1.1.



**Рис. 1.1.** Карта та поділ території України на регіони  
Джерело: Охорона довкілля та громадяни України, 2018)

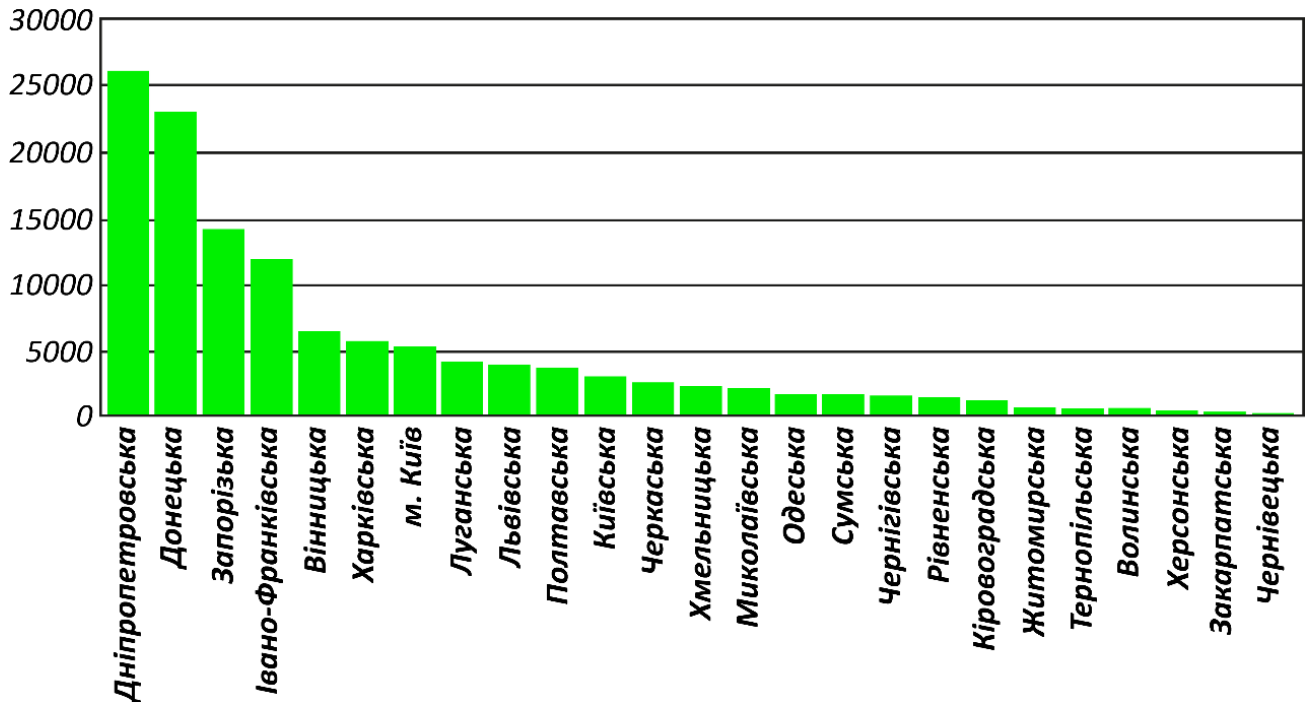
**Викиди діоксиду вуглецю.** Найбільше викидів діоксиду вуглецю від стаціонарних джерел забруднення у 2017 р. спостерігалось у Центральному регіоні ( $307 \text{ т/км}^2$ ), а також в Південному регіоні ( $294 \text{ т/км}^2$ ) за даними (<https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2019/12/baseline-research-report-publishing-dec-2019.pdf>). Найменше викидів діоксиду вуглецю на  $1 \text{ км}^2$  має Північний регіон ( $56 \text{ т/км}^2$ ) (рис. 1.2).



**Рис. 1.2.** Викиди діоксиду вуглецю в АП від стаціонарних джерел забруднення, 2017,  $\text{т/км}^2$

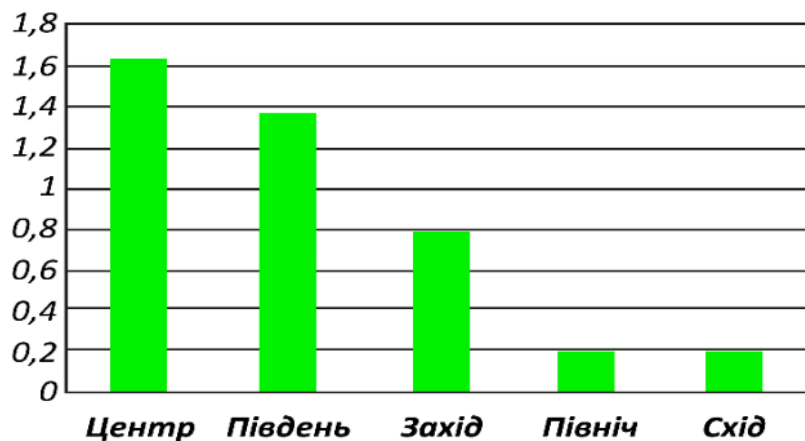
Джерело: Статистичний збірник «Довкілля України за 2017 р

Діаграма викидів діоксиду вуглецю в АП від стаціонарних джерел забруднення по областях України представлена на рис. 1.3.



**Рис. 1.3.** Викиди діоксиду вуглецю в АП від стаціонарних джерел забруднення по областях України, 2017, т/км<sup>2</sup>

**Викиди метану.** Найбільше викидів метану від стаціонарних джерел забруднення у 2017 р. за даними (<https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2019/12/baseline-research-report-publishing-dec-2019.pdf>) спостерігалось у Центральному (1,63 т/км<sup>2</sup>) та Південному регіонах (1,36 т/км<sup>2</sup>). Найменше – у Східному та Північному регіонах (по 0,21 т/км<sup>2</sup>) (рис. 1.4).



**Рис. 1.4.** Викиди метану в АП від стаціонарних джерел забруднення, 2017, т/км<sup>2</sup> Джерело: Статистичний збірник «Довкілля України за 2017 р

При цьому, 42,5% загальної кількості викидів метану в Україні здійснюється підприємствами з двох областей Центрального регіону: Дніпропетровської (27,8 % від загальної кількості по країні), а також Вінницької (9,2% від загальної кількості по країні) (рис. 1.5).

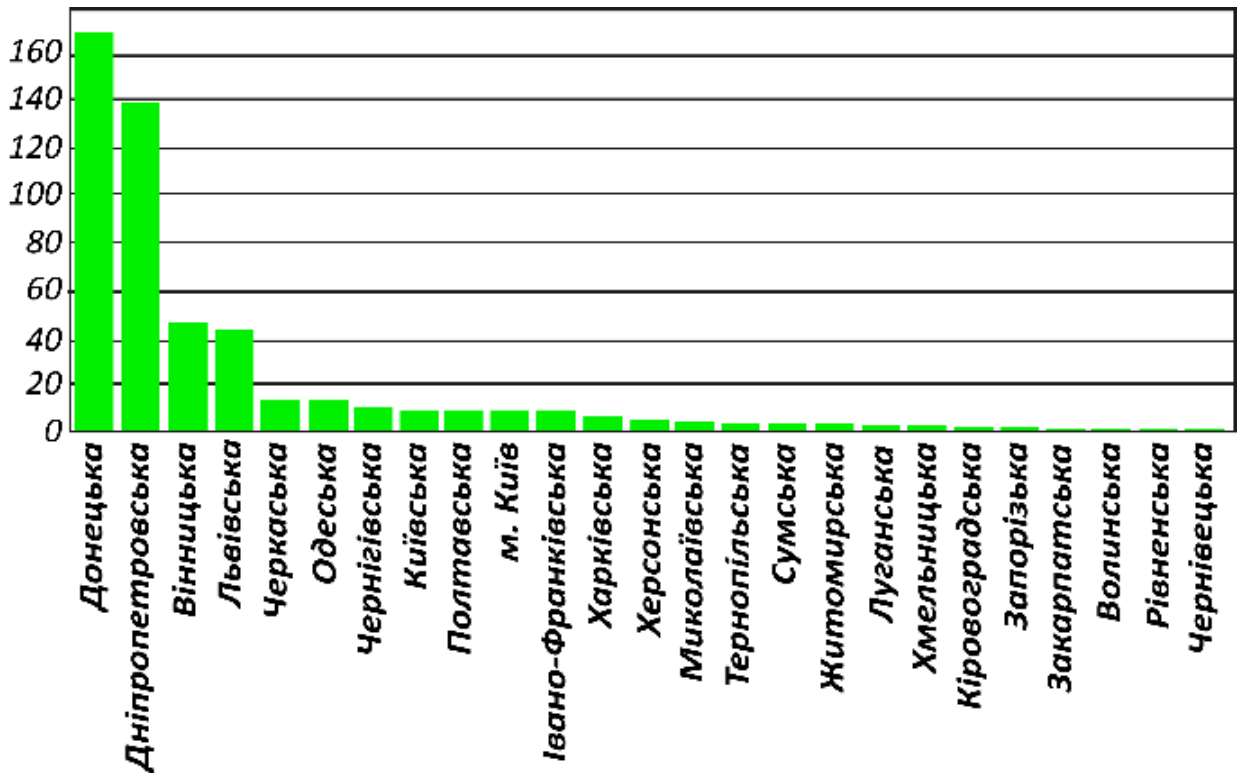


Рис. 1.5. Викиди метану в АП від стаціонарних джерел забруднення по областях України, 2017, т/км<sup>2</sup>

Перше місце серед областей України – 33,4% від загальної кількості викидів метану по країні – займає Донецька область (Південний регіон). Проблема викидів таких парникових газів, як діоксид вуглецю і метан, є першочерговою за даними ([https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2019/12/baseline-research\\_report\\_publishing-dec-2019.pdf](https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2019/12/baseline-research_report_publishing-dec-2019.pdf)) для Центрального та Південного регіонів (табл. 1.1).

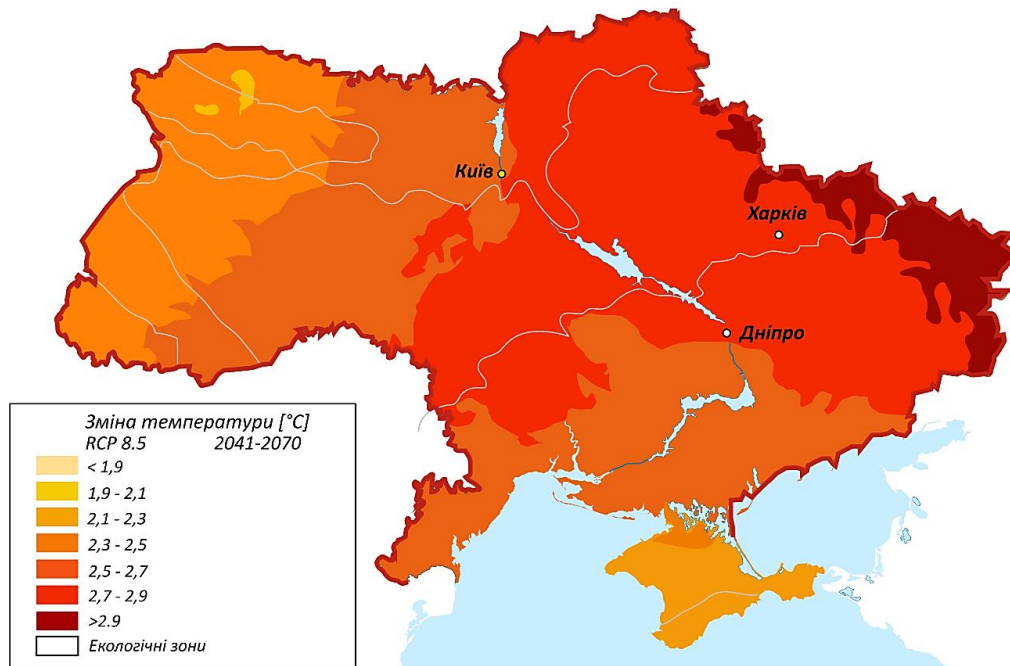
**Підвищення температури.** За даними (Звіт з аграрної політики «Вплив кліматичних змін на виробництво пшениці в Україні») мова йде про те, що історичні кліматичні дані засвідчують зростання температури в Україні, а кліматичні прогнози на майбутнє вказують на подальшу тенденцію зростання температури.

Таблиця 1.1.

Порядок пріоритетності для вирішення	1	2	3	4	5
викиди <b>діоксиду вуглецю</b> в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення за регіонами	ЦЕНТР	ПІВДЕНЬ	СХІД	ЗАХІД	ПІВНІЧ
викиди <b>метану</b> в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення	ЦЕНТР	ПІВДЕНЬ	ЗАХІД	СХІД	ПІВНІЧ

*Примітка.* Викиди діоксиду вуглецю та метану в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення за регіонами України, 2017, (1 – найбільше викидів, 5 – найменше)

На період 2010-2070 рр. прогнозується підвищення температури по всій території України (рис. 1.6).



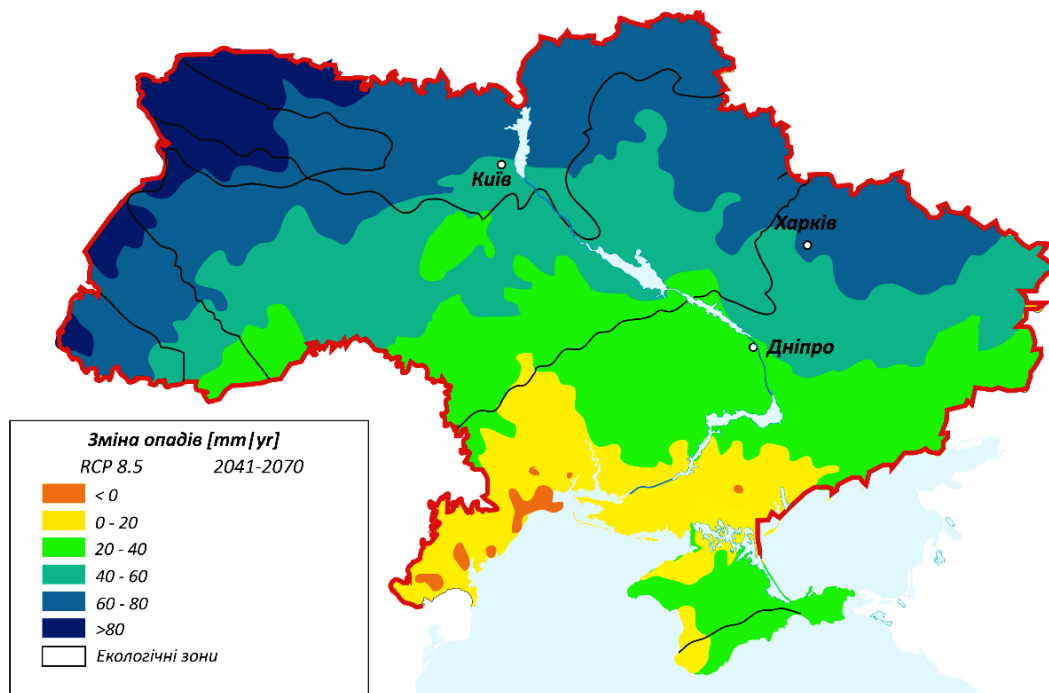
**Рис. 1.6.** Середня зміна температури в період 2040- 2070 рр. порівняно з 1976-2005 рр. за кривою RCP 8,5

Найвищий ріст температур передбачається в Східному та Центральному регіонах України (табл. 1.2).

Середня зміна температури в період 2040-2070 рр. порівняно з 1976-2005 рр. за регіонами України

Порядок пріоритетності для вирішення	1	2	3	4	5
Середня зміна температури в період 2040-2070 рр. порівняно з 1976-2005 рр.	СХІД	ЦЕНТР	ПІВДЕНЬ	ПІВНІЧ	ЗАХІД
зміна температури, °C	2,7-2,9+	2,-2,7	2,1-2,5	2,1-2,3	1,9-2,3

**Зміна кількості опадів.** За даними (Звіт з аграрної політики «Вплив кліматичних змін на виробництво пшениці в Україні») на період 2010-2070 рр. прогнозується підвищення кількості опадів майже по всій території України, окрім деяких областей Південного регіону. Найвища зміна кількості опадів передбачається в Північному та Західному регіонах (рис. 1.7. та табл. 1.3).



**Рис. 1.7.** Середня зміна кількості опадів в період 2040-2070 рр. порівняно з 1976-2005 рр.

Таблиця 1.3.

Середня зміна кількості опадів в період 2040-2070 рр. порівняно з 1976-2005 рр. за регіонами України

Порядок першочерговості для вирішення	1	2	3	4	5
Середня зміна опадів в період 2040-2070 рр. порівняно з 1976-2005 рр.	СХІД	ЦЕНТР	ПІВДЕНЬ	ПІВНІЧ	ЗАХІД
зміна опадів мм/рік	на 60-80+	на 60-80+	на 40-60+	на 20-40	на 0-20

**Затоплення територій.** Можливі наслідки для України від підняття рівня моря через зміни клімату досліджено у 2018 р. в праці (Вода близько. Підвищення рівня моря в Україні внаслідок зміни клімату, 2018). Як контрольною датою для моделювання зон затоплення було обрано 2100 р.

За результатами проведеного дослідження автори прогнозують можливість серйозного впливу на берегову зону України підвищення рівня Чорного і Азовського морів (рис. 1.8).



**Рис. 1.8.** Зона затоплення (населені пункти) внаслідок прогнозованого збільшення рівня моря, 2100 р.

Прогноз ймовірності часткового затоплення територій областей за даними (Вода близько. Підвищення рівня моря в Україні внаслідок зміни клімату, 2018) представлений в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Прогноз затоплення територій України

<b>Південний регіон</b>	<b>Частка території області, яка буде затоплена, %</b>
Донецька область	5,9
Запорізька область	0,3
Миколаївська область	2,2
Одеська область	8,1
Херсонська область	7,1

Можливий вплив на регіони України від підняття рівня моря внаслідок зміни клімату, 2100 р., представлений в табл. 1.5.

Таблиця 1.5.

Можливий вплив на регіони України від підняття рівня моря внаслідок зміни клімату, 2100 р.

Вплив (затоплення території) від підняття рівня моря внаслідок зміни клімату	ПІВДЕНЬ	ЗАХІД	СХІД	ЦЕНТР	ПІВНІЧ
Так/Ні	Так	Ні	Ні	Ні	Ні

Таким чином, проблема скорочення викидів від стаціонарних джерел, що спричиняють «парниковий ефект», зокрема діоксиду вуглецю і метану, є важливою і потребує вирішення особливо в Центральному та Південному регіонах як таких, що мають найвищі показники щодо даного забруднення (табл. 1.6).

Таблиця 1.6.

Загальний висновок за регіонами України

Регіон України	Викиди в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення (1 - найбільші показники, 5 - найменші)		Вплив порівняно з іншими регіонами (1 - найбільший вплив, 5 - найменший)		Вплив (затоплення території) від підняття рівня моря внаслідок зміни клімату
	діоксиду вуглецю	метану	від підвищення температури	від підвищення кількості опадів	
ПІВДЕНЬ	2	2	3	5	Так
ЗАХІД	4	3	4	2	Ні
ЦЕНТР	1	1	2	4	Ні
СХІД	3	4	1	3	Ні
ПІВНІЧ	5	5	4	1	Ні

План дій щодо адаптації до зміни клімату, підвищення опірності та зниження ризиків, пов'язаних із зміною клімату, першочергово має бути розроблений та імплементований в наступних регіонах за такими напрямками:

- 1) у Східному та Центральному регіонах – підвищення температури;
- 2) у Північному та Західному регіонах – збільшення кількості опадів;
- 3) у Південному регіоні – затоплення територій.

## 1.2. Забруднення атмосферного повітря

Забруднення АП – змінення складу і властивостей АП в результаті надходження або утворення в ньому фізичних, біологічних факторів і (або) хімічних сполук, що можуть несприятливо впливати на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища (*Закон України "Про охорону атмосферного повітря"*).

«Забруднення АП є однією з найгостріших екологічних проблем. На сьогодні рівень забруднення АП великих міст і промислових регіонів є високим, незважаючи на спад виробництва в Україні»(*Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року»*)

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, забруднення АП є одним з основних факторів ризику для здоров'я, пов'язаних з навколишнім середовищем. Чим нижче рівні забруднення повітря, тим менше серцево-судинних і респіраторних захворювань як в тривалій, так і в короткостроковій перспективі (*Качество атмосферного воздуха и здоровье, 2018*).

Міністерство екології та природних ресурсів України в Національній доповіді про стан НПС в Україні у 2018 р. зазначає, що найбільше забруднюючих речовин надходить в атмосферу: із стаціонарних джерел – 63,2% викидів від їхнього загального обсягу; від пересувних джерел – 36,8 % (рис. 1.9).

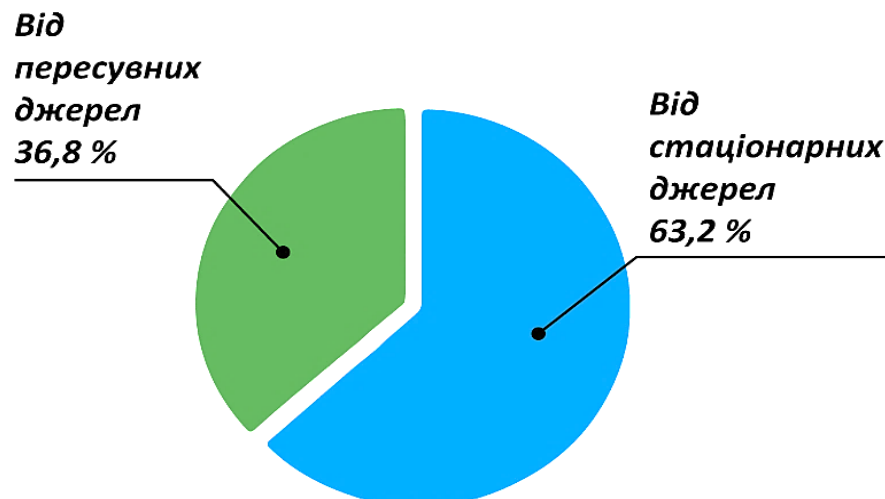
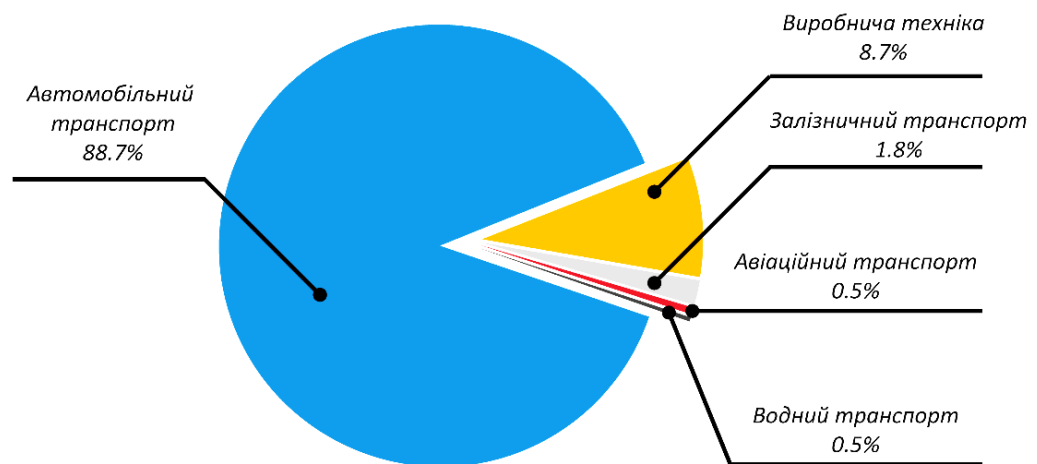


Рис. 1.9. Розподіл викидів в АП в Україні

**Пересувні джерела забруднення** Пересувне джерело забруднення – транспортний засіб, рух якого супроводжується викидом в АП забруднюючих речовин. Зокрема, автомобільний, залізничний, авіаційний, водний транспорт та виробнича техніка (*Статистичний збірник «Довкілля України за 2017 рік»*).

Від пересувних джерел в АП у 2018 р. надійшло 1663,9 тис.т забруднюючих речовин. Переважну більшість таких викидів дає автомобільний транспорт, значно менше – виробничий транспорт, роль залізничного, авіаційного та водного транспорту у забрудненні атмосферного повітря є незначною (рис. 1.10).



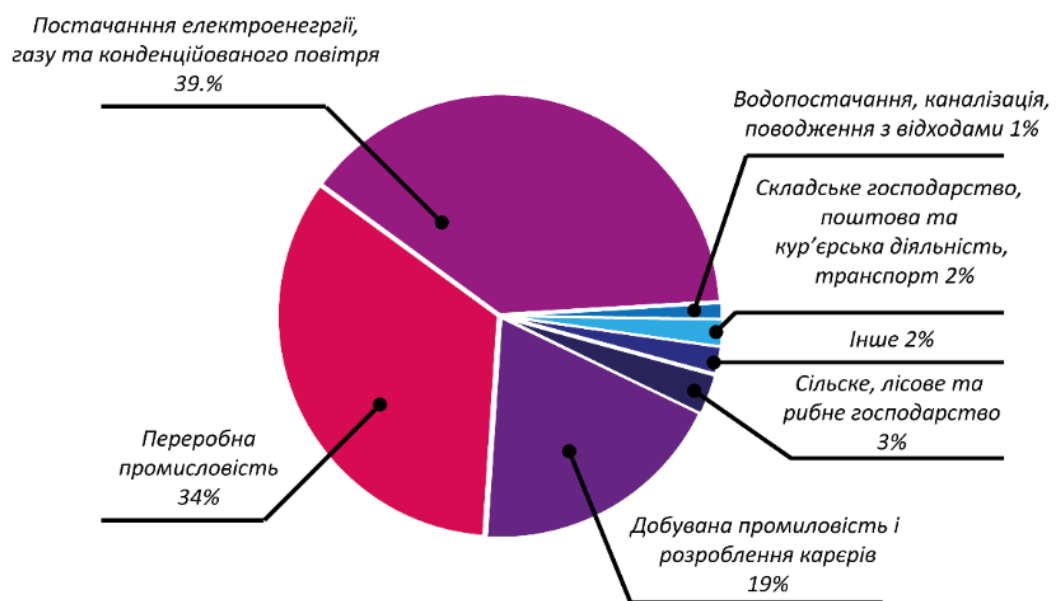
**Рис. 1.10.** Розподіл викидів забруднюючих речовин в АП від пересувних джерел забруднення

Переведення транспортних засобів на екологічно безпечні види палива, забезпечення постійного контролю за якістю палива на нафтопереробних підприємствах та автозаправних станціях, а також ефективне впровадження роботи контрольно-регульовальних і діагностичних пунктів та комплексних систем перевірки нормативів екологічної безпеки транспортних засобів призведе до мінімізації забруднення АП викидами від пересувних джерел забруднення (*Закон України "Про охорону атмосферного повітря"*).

**Стаціонарні джерела забруднення.** Стаціонарне джерело забруднення – нерухомий об'єкт, що зберігає свої просторові координати протягом певного часу та здійснює викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря. (*Статистичний збірник «Довкілля України за 2017 рік»*).

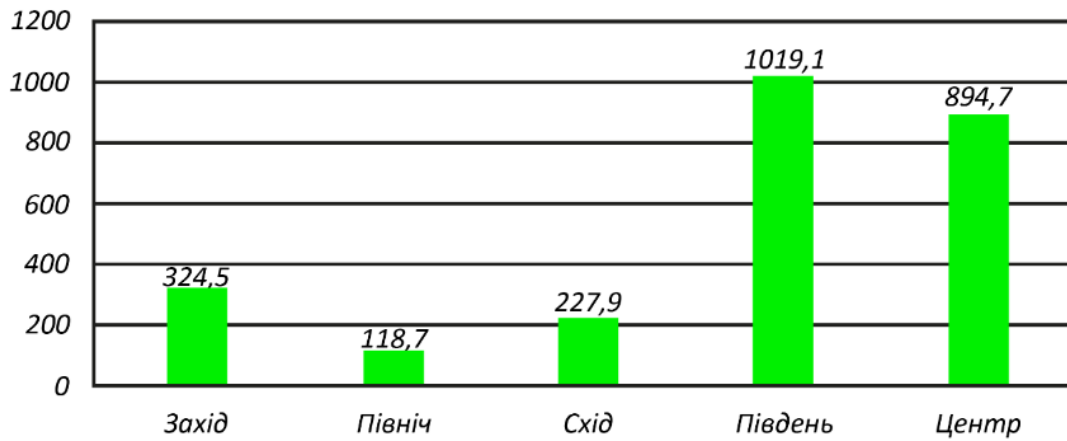
У 2018 р. від стаціонарних джерел в АП надійшло 2584,9 тис.т забруднюючих речовин (*Статистичний збірник «Довкілля України за 2017 рік»*).

У розрізі видів економічної діяльності  $\frac{3}{4}$  обсягів таких викидів (без урахування діоксиду вуглецю) припадає на постачання енергоносіїв засобом постійної інфраструктури (електроенергії, газу тощо) та на переробну промисловість (рис. 1.11) (*Статистичний збірник «Довкілля України за 2017 рік»*).



**Рис. 1.11.** Викиди забруднюючих речовин в АП від стаціонарних джерел забруднення у розрізі видів економічної діяльності, 2018,%

У територіальному розрізі у 2018 р. за даними (*Статистичний збірник «Довкілля України за 2017 рік»*) Південний та Центральний регіони характеризувалися найбільшими обсягами викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел серед регіонів України. Так, у Південному регіоні вони дорівнювали 1019,1 тис.т, що в 8,5 разів більше, ніж викиди того ж року в Північному регіоні (рис. 1.12).



**Рис. 1.12.** Викиди забруднюючих речовин в АП від стаціонарних джерел забруднення за регіонами, 2018(%)

На Донецьку область (Південний регіон) припадає 30,4% викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел в Україні, на Дніпропетровську (Центральний регіон) – 25,4% (табл. 1.7).

Таблиця 1.7.

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря за областями України у 2018 році (Статистичний збірник «Довкілля України за 2017 рік»)

	Області України	тис.т
<b>ЗАХІД</b>	Закарпатська	3,2
	Львівська	109,1
	Івано-Франківська	198,3
	Тернопільська	10,6
	Чернівецька	3,3
	по регіону	324,5

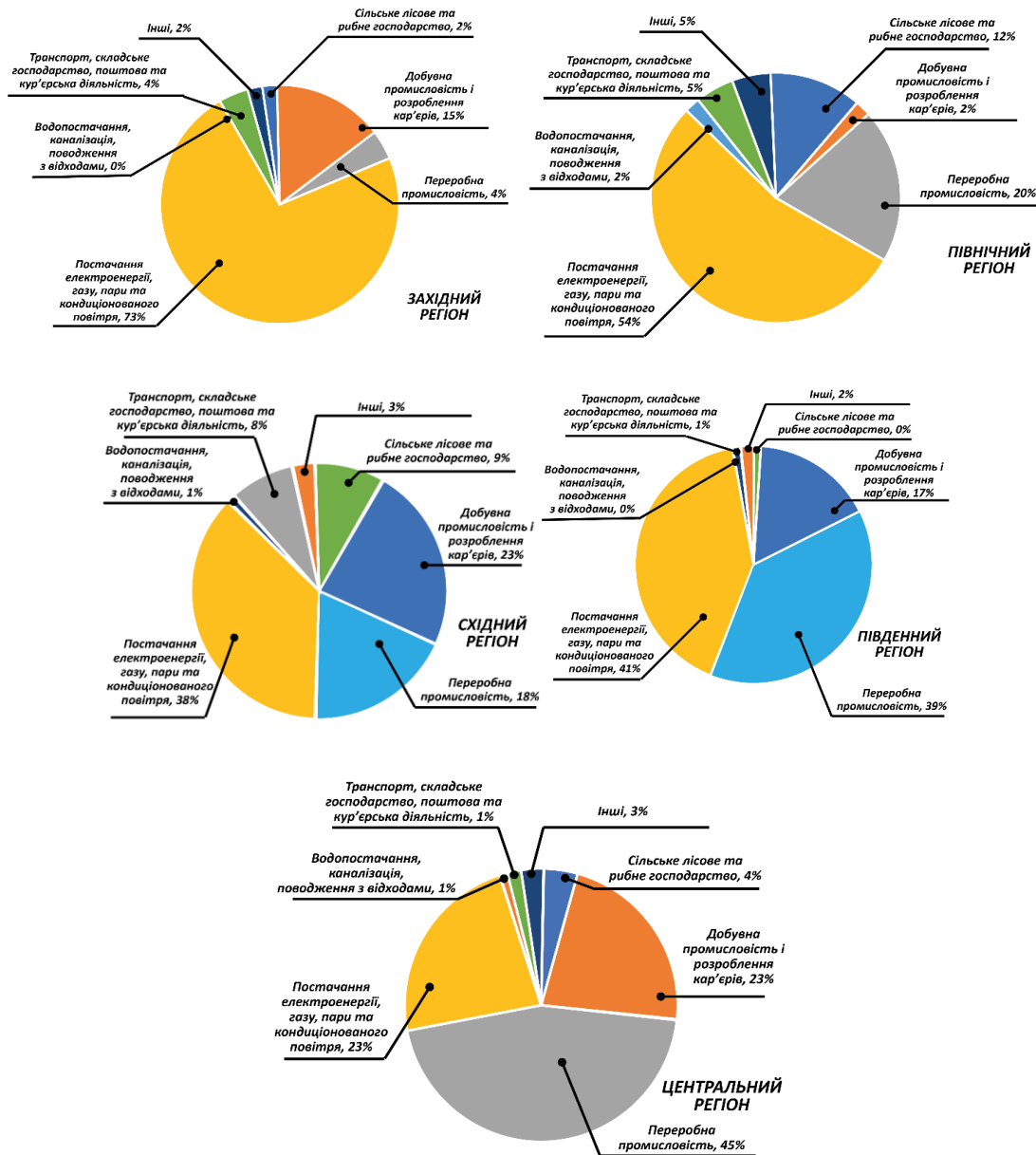
	Області України	тис.т
<b>ПІВНІЧ</b>	Волинська	5,1
	Житомирська	10,3
	Київська	48,2
	Рівненська	9,6
	м. Київ	45,5
	по регіону	118,7

	Області України	тис.т
<b>СХІД</b>	Полтавська	55,9
	Чернігівська	31,6
	Сумська	20,3
	Харківська	45,0
	Луганська	75,1
	по регіону	227,9

	Області України	тис.т
<b>ПІВДЕНЬ</b>	Одеська	29,6
	Миколаївська	14,2
	Херсонська	9,6
	Запорізька	180,9
	Донецька	784,8
	по регіону	1019,1

	Області України	тис.т
<b>ЦЕНТР</b>	Вінницька	155,8
	Дніпропетровська	657,3
	Кіровоградська	12,2
	Хмельницька	21,1
	Черкаська	48,3
	по регіону	849,7

Викиди забруднюючих речовин в АП від стаціонарних джерел забруднення у розрізі видів економічної діяльності за регіонами у 2018 р. представлені на рис. 1.13.



**Рис. 1.13.** Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення у розрізі видів економічної діяльності за регіонами у 2018 р.

У Західному регіоні за даними (Статистичний збірник «Довкілля України за 2017 рік») найбільша кількість викидів забруднюючих речовин (73%) в АП від стаціонарних джерел припадає на постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря. У Північному регіоні половину викидів забруднюючих речовин (54%) в АП від стаціонарних джерел припадає на постачання

електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря. Переробна промисловість є на другому місці (20%). У Східному регіоні крім постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (38%), суттєву роль в забрудненні АП відіграє – добувна промисловість (23%) і розроблення кар'єрів (23%). У Південному регіоні найбільша кількість викидів забруднюючих речовин в АП від стаціонарних джерел припадає на постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (41%) та на переробну промисловість (39%).

У Центральному регіоні найбільша кількість викидів забруднюючих речовин в АП від стаціонарних джерел припадає на переробну промисловість (45%). Друге місце поділяють: постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (23%) і добувна промисловість і розроблення кар'єрів (23%) (*Аналітичний звіт «Базове дослідження стану та напрямів розвитку екологічної політики України, 2019»*).

## РОЗДІЛ 2

### АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА МОДЕЛЮВАННЯ

#### 2.1 Загальна характеристика об'єкта моделювання

Україна лежить на шляху переносу повітряних мас з Атлантики на схід в центр Євразії. В середньому через її територію щорічно проходять 45 циклонів (переважно восени, весною і взимку) і 35 антициклонів (літом, ранньою осінню і зимою). Практично не буває тривалого застою повітря. Таким розташуванням пояснюється та обставина, що закордонні забруднювачі повітря України прибувають із Заходу, а сама вона експортує власні викиди переважно в Росію. За даними експертів, загальний баланс різко від'ємний. На території України залишається 76 500 т азоту з його діоксиду (NO<sub>2</sub>) і близько 40 000 тонн з оксиду (NO). Україна їх отримує з Польщі, Німеччини, Росії, Чехії, Білорусі, Румунії і віддалених західних сусідів. Приблизно така же ситуація зі сполученнями сірки, якої на нашій землі залишається приблизно 274 000 тонн щорічно. Ланцюг забруднювачів сіркою такий: Польща, Румунія, Німеччина, Чехія зі Словаччиною, Росія та інші країни.

Проте найбільші забруднювачі повітря мають українські корені.

Мережа пунктів спостережень в Україні за даними ([https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/02/Monitoring-Green-Paper\\_15\\_02\\_2022.pdf](https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/02/Monitoring-Green-Paper_15_02_2022.pdf)) представлена на рис. 2.1.

«Чернігівська область одна з найбільших на Україні (за своєю територією посідає друге місце). Площа – 31,9 тис. км<sup>2</sup> (5,3 % території країни), густота населення – 34 осіб/км<sup>2</sup>. Розташована на півночі України в поліській та лісостеповій зонах Придніпровської низовини. На заході і північному заході межує з Гомельською областю Білорусі, на півночі – з Брянською областю Росії, на сході – з Сумською, на півдні – з Полтавською, на південному заході – з

Київською областями України№ (Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022).



**Рис. 2.1.** Картохема мережі спостережень ДСНС за станом атмосферного повітря в Україні, 2018 р.

«Середня висота над рівнем моря – 120 метрів, на північному сході – 200 метрів, на південному заході – 120 – 150 метрів.

Клімат помірно-континентальний. Середньорічна температура січня –  $-7^{\circ}\text{C}$ , липня –  $+19^{\circ}\text{C}$ . Середньорічна кількість опадів – 550-660 мм. Має своєрідні природні ландшафти, досить поширені біологічні різновиди. Попри великі втрати від меліоративних робіт, проведених у свій час, ландшафтам Чернігівського Полісся властивий високий ступінь поширення природних територій. Значна частина з них зберігає потенційні можливості відновлення – повернення до природного стану або деякого наближення до нього. Непогано збережені і заплавні ландшафтні комплекси середніх та великих рік – Десни, Сейму, Сноу, Сожу. Лучні та лучно-болотні і болотні заплавні комплекси верхів'їв, а здебільшого і всієї течії багатьох малих річок дуже змінені – осушені і частково

розорані» (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

«Майже цілком область розміщується в Придніпровській низовині, південна її частина в межах Полтавської рівнини і має переважно рівнинну, злегка хвилясту поверхню, у цілому сприятливу для господарської діяльності. Абсолютні висоти 100–220 м (максимальна відмітка 222 м біля с. Березова Гать Новгород-Сіверського району). Переважають ерозійно-аккумулятивні форми рельєфу (річкові долини, яри, балки) у поєднанні з аккумулятивними (льодовикові і водно-льодовикові вали, зандрові рівнини). Виключенням є сильно еродовані території Придеснянського плато (західні відроги Середньо-Російської височини), численні лісові «острови» в північній та південно-східній частинах області, а також болота і знижені та перезволожені землі давніх річкових та прохідних долин (Замглай, Смолянка та інші)» (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

«Надра Чернігівщини багаті корисними копалинами. Сировинний потенціал регіону на 59,4 % складається з паливно-енергетичних корисних копалин – нафти, конденсату, торфу; 31,7 % загальних мінеральних ресурсів належить будівельній сировині; 8,2 % – води прісні та мінеральні, 0,7 % – нерудні корисні копалини для металургії та бішофіт» (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

«Область є однією з найбагатших за запасами водних ресурсів. Гідрографічна мережа належить до басейну Дніпра. Територією області протікають 1570 річок загальною довжиною 8336 км, в т. ч. великі річки: Дніпро (91 км), Десна (505 км); середні: Сож (30 км), Судость (17 км), Сейм (56 км), Снов (190 км), Остер (195 км), Трубіж (15 км), Супой (25 км), Удай (195 км), а також малі річки. Загальна довжина річкової мережі складає 8336 км, в т.ч. великих річок – 596 км, середніх – 723 км, малих – 7017 км. Густота річкової мережі області – 0,26 – 260 м на 1 км<sup>2</sup>» (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

«Природні ресурси Десни мають важливе значення для розвитку продуктивного потенціалу Дніпра. Десна (загальна площа басейну – 88,9 тис. км<sup>2</sup>) є другою за величиною на території басейну Дніпра річкою після Прип'яті та першою за довжиною (1130 км) лівобережною притокою Дніпра. В басейні Десни, в середній за водністю рік, формується біля 22 % поверхневого стоку Дніпра і біля 15 % стоку усіх річок його основних притоків» *(Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022)*.

«Відсоток площ, вкритих лісом, у різних районах не однаковий. Якщо в північних районах лісистість становить від 20 до 41 % від загальної площі району, то в південних – лише від 7 до 20 %» *(Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022)*.

## **2.2. Аналіз забруднення повітря в Чернігівській області**

За даними обласного управління статистики в 2021 році 363 підприємства (406 – в 2020 році) звітувались по формі 2-ТП (повітря) щодо викидів від стаціонарних джерел забруднення в атмосферне повітря.

«Відповідно до інструкції щодо порядку складання державної статистичної звітності про охорону атмосферного повітря за формою 2-ТП (повітря), починаючи з 2004 р. звіт складають підприємства, установи, організації, громадяни-суб'єкти підприємницької діяльності, що мають стаціонарні джерела викидів забруднюючих речовин і взяті на державний облік у галузі охорони атмосферного повітря. Крім того, згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 13.12.2001 № 1655 «Про затвердження Порядку ведення державного обліку в галузі охорони атмосферного повітря», взяття на державний облік об'єктів, видів та обсягів забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря, з 2014 року здійснює Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України» *(Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022)*.

### 2.2.1. Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря

«У 2021 р. викиди від стаціонарних джерел 363 підприємств, організацій, установ, громадян – суб'єктів підприємницької діяльності в Чернігівській області склали 22,973 тис. т, що на 2,085 тис. т (9,0%) більше викидів минулого року 20,888 тис. т. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел по Чернігівській області у розрахунку на одну особу склали 23,732 кг і в розрахунку на 1 км<sup>2</sup> – 720,089 кг» (Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022).

Динаміка та обсяги викидів в атмосферне повітря (Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022) подана в табл. 2.1 –2.4., рис. 2.2.

Таблиця 2.1

#### Динаміка викидів в атмосферне повітря

Роки	Викиди в атмосферне повітря, тис. т			Щільність викидів у розрахунку на 1 кв. км, кг	Обсяги викидів у розрахунку на 1 особу, кг	Обсяг викидів на одиниць ВРП, т
	Всього	у тому числі				
		Стандартними джерелами	пересувними джерелами			
2000	64,183	20,164	44,019	2001	55	*
2018	29,661	29,661	**	929,721	29,28	*
2019	27,437	27,437	**	860,0	27,5	*
2020	20,888	20,888	**	655,0	21,2	*
2021	22,973	22,973	**	720,1	23,7	*

\* - розрахунки валового регіонального продукту (ВРП) не проводяться

\*\* - викиди від пересувних джерел забруднення Головним управлінням статистики у Чернігівській області з 2016 року не розраховувались.

Таблиця 2.2

**Викиди забруднюючих речовин в АП від стаціонарних джерел  
забруднення в Чернігівській області, тис. т**

Назва населених пнктів	2000	2018	2019	2020	2021*
<b>Всього</b>	<b>20,164</b>	<b>29,661</b>	<b>27,437</b>	<b>20,888</b>	<b>22,973</b>
м. Чернгів	8,001	13,230	11,460	6,980	
м. Ніжин	1,198	0,837	1,067	0,612	
м. Новгород-Сіверський	-	0,147	0,219	0,203	
м. Прилуки	0,470	0,650	0,607	0,583	
Бахмацький	0,563	1,355	1,784	1,786	
Бобровицький	0,398	0,391	0,382	0,347	
Борзнянський	0,410	0,764	0,949	0,786	
Варвинський	2,957	2,047	1,619	1,675	
Городнянський	0,097	0,747	0,702	0,659	
Ічнянський	0,238	1,100	1,173	1,162	
Козелецький	0,120	0,490	0,390	0,359	
Коропецький	0,088	0,446	0,533	439,6	
<b>Корюківський</b>	<b>0,040</b>	<b>1,027</b>	<b>0,688</b>	<b>0,745</b>	<b>1,315</b>
Куликівський	0,640	0,448	0,412	0,408	
Менський	0,322	0,680	0,609	0,622	
<b>Ніженський</b>	<b>0,123</b>	<b>0,183</b>	<b>0,161</b>	<b>0,110</b>	<b>4,159</b>
<b>Новгород-Сіверський</b>	<b>0,177</b>	<b>0,171</b>	<b>0,128</b>	<b>0,125</b>	<b>1,211</b>
Носівський	1,838	0,938	1,103	0,407	
<b>Прилуцький</b>	<b>0,094</b>	<b>0,890</b>	<b>0,759</b>	<b>0,794</b>	<b>5,009</b>
Ріпкинський	0,252	0,342	0,311	0,277	
Семенівський	0,232	0,601	0,432	0,333	
Сновський	0,118	0,209	0,164	0,066	
Сосницький	0,031	0,192	0,159	0,076	
Срібнянський	0,020	0,316	0,656	0,475	
Талалаївський	0,076	0,397	0,344	0,288	
<b>Чернігівський</b>	<b>1,661</b>	<b>1,064</b>	<b>0,623</b>	<b>0,560</b>	<b>11,279</b>

2021\* - 17.07.2020р. Верховною Радою України було ухвалено постанову №3650 «Про утворення та ліквідацію районів». Цим документом парламент більш ніж утричі скоротив кількість районів та суттєво збільшив їх розміри. Так, в Чернігівській області замість наявних до цього часу 22 районів утворились 5: Корюківський, Ніжинський, Новгород-Сіверський, Прилуцький та Чернігівський.

Таблиця 2.3

Викиди забруднюючих речовин в АП стаціонарними джерелами (пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю) в цілому по області та в розрізі населених пунктів, тис. т

Населені пункти	2000 рік					2018 рік					2019 рік				
	разом	в т.ч.				разом	в т.ч.				разом	в т.ч.			
		пил	діоксид сірки	діоксид азоту	діоксид вуглецю		пил	діоксид сірки	діоксид азоту	діоксид вуглецю		пил	діоксид сірки	діоксид азоту	діоксид вуглецю
<b>Всього:</b>	<b>20,164</b>	<b>2,673</b>	<b>4,902</b>	<b>3,107</b>	<b>4,286</b>	<b>29,661</b>	<b>4,110</b>	<b>6,246</b>	<b>3,273</b>	<b>2,449</b>	<b>27,437</b>	<b>3,641</b>	<b>5,159</b>	<b>3,019</b>	<b>2,433</b>
м. Чернігів	8,001	1,651	3,495	1,745	0,819	13,230	2,893	5,810	2,732	0,382	11,460	2,371	4,831	2,439	0,429
м. Ніжин	1,198	0,108	0,190	0,119	0,672	0,837	0,187	0,053	0,066	0,502	1,067	0,237	0,048	0,058	0,705
м. Н-Сверський	-	-	-	-	-	0,147	0,021	0,008	0,011	0,061	0,219	0,015	0,0	0,021	0,057
м. Прилуки	0,470	0,033	0,028	0,117	0,234	0,650	0,082	0,037	0,075	0,035	0,607	0,072	0,031	0,048	0,035
Бахмацький	0,563	0,081	0,215	0,029	0,164	1,355	0,059	0,050	0,024	0,095	1,784	0,053	0,055	0,019	0,039
Бобровицький	0,398	0,008	0,172	0,036	0,172	0,391	0,062	0,023	0,017	0,024	0,382	0,069	0,0	0,016	0,029
Борзнянський	0,410	0,191	0,120	0,022	0,073	0,764	0,056	0,024	0,013	0,037	0,949	0,286	0,024	0,022	0,031
Варвинський	2,957	0,019	0,014	0,288	0,743	2,046	0,007	0,003	0,263	0,133	1,619	0,010	0,007	0,111	0,091
Городнянський	0,097	0,011	0,020	0,013	0,039	0,747	0,087	0,027	0,010	0,037	0,702	0,067	0,007	0,009	0,028
Ічнянський	0,238	0,012	0,038	0,031	0,131	1,100	0,020	0,003	0,022	0,011	1,173	0,012	0,004	0,020	0,034
Козелецький	0,120	0,036	0,009	0,029	0,041	0,490	0,013	0,018	0,021	0,053	0,390	0,011	0,007	0,004	0,044
Коропський	0,088	0,007	0,034	0,008	0,028	0,446	0,009	0,007	0,005	0,020	0,533	0,010	0,009	0,005	0,023
Корюківський	0,040	0,085	0,054	0,035	0,137	1,027	0,107	0,031	0,102	0,261	0,688	0,045	0,021	0,075	0,168
Куликівський	0,640	0,002	0,007	0,004	0,023	0,448	0,001	0,0	0,005	0,008	0,412	0,002	0,003	0,004	0,003
Менський	0,322	0,067	0,132	0,025	0,080	0,680	0,073	0,036	0,025	0,082	0,609	0,063	0,028	0,018	0,049
Ніжинський	0,123	0,030	0,058	0,006	0,023	0,183	0,010	0,005	0,007	0,081	0,161	0,006	0,003	0,006	0,080
Н.-Сверський	0,177	0,039	0,047	0,026	0,041	0,171	-	-	0,0	0,0	0,128	-	-	0,0	0,0
Носівський	1,838	0,024	0,033	0,321	0,243	0,938	0,092	0,0	0,036	0,123	1,103	0,046	-	0,032	0,127
Прилуцький	0,094	0,006	0,004	0,013	0,042	0,890	0,130	0,008	0,064	0,059	0,759	0,099	0,007	0,050	0,100
Ріпкинський	0,252	0,094	0,029	0,012	0,108	0,342	0,022	0,004	0,018	0,060	0,311	0,026	0,004	0,018	0,064
Семенівський	0,232	0,059	0,062	0,016	0,087	0,601	0,044	0,028	0,013	0,073	0,432	0,031	0,023	0,011	0,057
Сновський	0,118	0,034	0,028	0,012	0,035	0,209	0,035	0,019	0,009	0,078	0,164	0,035	0,021	0,007	0,078
Сосницький	0,031	0,002	0,010	0,005	0,010	0,192	0,013	0,0	0,001	0,085	0,159	0,008	0,0	0,001	0,062
Срібнянський	0,020	0,007	0,001	0,003	0,009	0,316	0,001	0,001	0,002	0,004	0,659	0,002	0,001	0,005	0,005
Талалаївський	0,076	0,002	0,020	0,019	0,016	0,397	0,025	0,012	0,008	0,024	0,344	0,020	0,001	0,004	0,031
Чернігівський	1,661	0,065	0,082	0,173	0,316	1,064					0,623	0,045	0,024	0,016	0,065

*Динаміка викидів стаціонарними джерелами в атмосферне повітря,  
в тому числі по найпоширеніших речовинах (пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю) в цілому по області та в розрізі населених пунктів, тис. тонн*

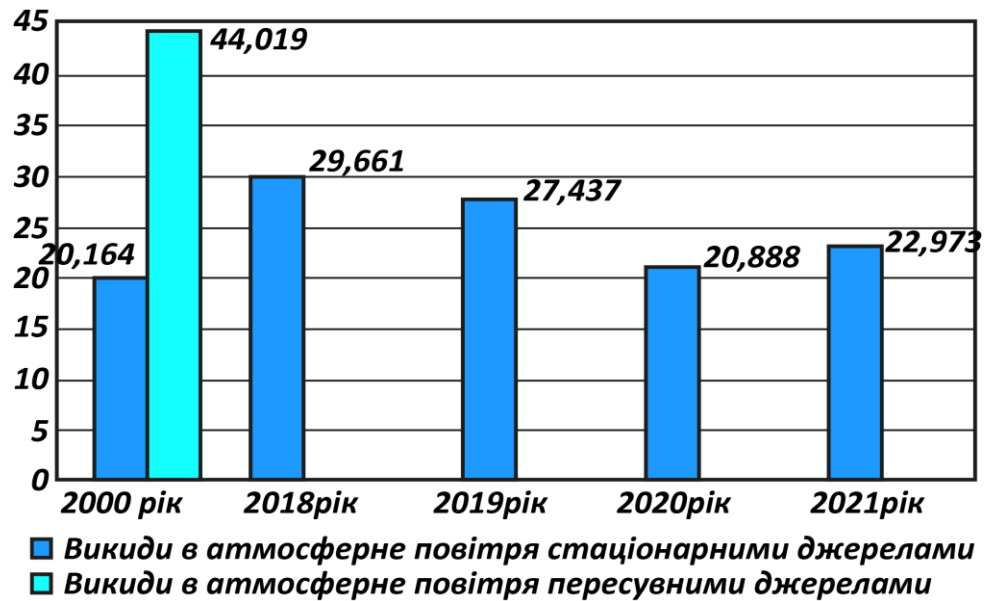
Населені пункти	2020 рік					2021 рік*				
	разом	в т.ч.				разом	в т.ч.			
		пил	діоксид сірки	діоксид азоту	діоксид вуглецю		пил	діоксид сірки	діоксид азоту	діоксид вуглецю
<b>Всього:</b>	<b>20,888</b>	<b>2,959</b>	<b>1,981</b>	<b>2,297</b>	<b>2,013</b>	<b>22,973</b>	<b>3,841</b>	<b>3,513</b>	<b>2,378</b>	<b>1,939</b>
м. Чернігів	6,980	1,789	1,728	1,772	0,350					
м. Ніжин	0,612	0,150	0,053	0,016	0,375					
м. Н-Сіверський	0,203	0,013	0,0	0,020	0,043					
м. Прилуки	0,584	0,064	0,027	0,041	0,034					
Бахмацький	1,786	0,048	0,05	0,020	0,044					
Бобровицький	0,348	0,071	0,0	0,018	0,024					
Борзнянський	0,786	0,367	0,007	0,011	0,022					
Варвинський	1,675	0,004	0,002	0,109	0,068					
Городнянський	0,659	0,057	0,0	0,008	0,012					
Ічнянський	0,238	0,014	0,003	0,025	0,040					
Козелецький	0,36	0,006	0,014	0,006	0,024					
Коропський	0,439	0,004	0,007	0,004	0,024					
Корюківський	0,716	0,031	0,025	0,065	0,0	1,315		0,023	0,151	
Куликівський	0,409	0,0	0,0	0,003	0,003					
Менський	0,622	0,057	0,016	0,023	0,054					
Ніжинський	0,110	0,004	0,001	0,006	0,077	4,159		0,077	0,154	
Н.-Сіверський	0,125	-	-	0,0	0,0	1,211		0,024	0,036	
Носівський	0,407	0,054	0,0	0,032	0,118					
Прилуцький	0,795	0,105	0,010	0,056	0,245	5,009		0,038	0,274	
Ріпкинський	0,277	0,017	0,001	0,011	0,066					
Семенівський	0,334	0,023	0,013	0,011	0,037					
Сновський	0,066	0,003	0,001	0,003	0,006					
Сосницький	0,076	0,002	0,0	0,001	0,023					
Срібрянський	0,476	0,001	-	0,006	0,005					
Талалаївський	0,288	0,029	0,0	0,004	0,036					
Чернігівський	0,560	0,042	0,018	0,017	0,041	11,279		3,351	1,763	

2021\* - 17.07.2020р. Верховною Радою України було ухвалено постанову №3650 «Про утворення та ліквідацію районів». Цим документом парламент більш ніж утричі скоротив кількість районів та суттєво збільшив їх розміри. Так, в Чернігівській області замість наявних до цього часу 22 районів утворились 5: **Корюківський, Ніжинський, Новгород-Сіверський, Прилуцький та Чернігівський**. Динаміка викидів стаціонарними джерелами в атмосферне повітря, в тому числі по найпоширеніших речовинах наведена в цілому по області.

Таблиця 2.4

**Обсяги викидів забруднюючих речовин стаціонарними джерелами в атмосферне повітря по районах області у 2021 р.**

	Обсяги викидів, тис. тонн		Збільшення / зменшення викидів у 2021 р. проти 2020 р., тис. тонн	Обсяги викидів у 2021 р. до 2020 р., %	Викинуто в середньому одним підприємством, тонн
	у 2021 р.	у 2020 р.			
<b>Всього</b>	<b>22,973</b>	<b>20,888</b>	<b>+2,085</b>	<b>110,0</b>	<b>63,386</b>
Корюківський	1,315	1,455	-0,14	90,4	29,887
Ніжинський	4,159	4,049	+0,11	102,7	49,507
Н.-Сіверський	1,211	1,123	+0,088	107,8	33,640
Прилуцький	5,009	4,979	+0,03	100,6	65,911
Чернігівський	11,279	9,275	+2,004	121,6	91,700



**Рис.2.2.** Динаміка викидів в атмосферне повітря, тис. т

\*– викиди від пересувних джерел забруднення Головним управлінням статистики у Чернігівській області з 2016 не розраховувались.

### 2.2.2 Основні забруднювачі атмосферного повітря (за видами економічної діяльності)

«Найбільша кількість промислових підприємств знаходиться в Чернігівському районі та м. Чернігів – 123 (34% – усіх підприємств області), у Ніжинському районі – 84 (23%), Прилуцькому районі – 76 (21%), Корюківському районі – 44 (12%) та Новгород-Сіверському районі – 36 (10%) відповідно» (Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022).

«Найбільші обсяги викидів забруднюючих речовин в АП мають підприємства: сільського господарства, лісового та рибного господарства – 8,867 тис. т, або 38,60%; енергетики – 8,343 тис. т, або 36,31% від загальних викидів стаціонарними джерелами по області; виробництво переробної промисловості – 2,185 тис. т, або 9,5%» (Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022).

«У містах та районах, де розташовані підприємства вищезазначених галузей, спостерігаються найвищі обсяги викидів в атмосферне повітря. Серед населених пунктів найбільшого антропогенного навантаження зазнає атмосфера міста Чернігова. Найбільшим забруднювачем атмосферного повітря на Чернігівщині залишається КЕП «Чернігівська ТЕЦ» ТОВ фірми «ТехНова», яке розташоване в м. Чернігів. Викиди в АП підприємством складають близько 32,6% від викидів області та 66,4% викидів стаціонарних джерел підприємств Чернігівського району. Підприємством в АП викинуто за 2021 рік 7,492 тис. т забруднюючих речовин, з них: 1,494 тис. т сполук азоту, 3,314 тис. т діоксиду сірки, 0,106 тис. т оксиду вуглецю, 2,548 тис. т речовин у вигляді суспендованих твердих частинок представлені в табл. 2.6» (Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022).

Таблиця 2.6

№	Підприємство - забруднювач	Відомча приналежність	Валовий викид, т		Зменшення /- збільшення/+	Причина зменшення/ збільшення
			2021 р.	2020 р.		
1	КЕП «Чернігівська ТЕЦ» ТОВ фірми «ТехНова»	Суб'єкт приватного права власності, здійснює діяльність шляхом взяття в оренду ЄМК Чернігівської ТЕЦ, яка перебуває у власності громади міста Чернігів	7491,858	5153,290	+2338,568	Збільшення кількості спаленого в пиловугільних котлах станції твердого палива (вугілля)

Державною екологічною інспекцією у Чернігівській області у 2021 р. проведено 338 перевірок по контролю за станом АП. За виявлені порушення до адміністративної відповідальності притягнуто 309 осіб на суму 61,285 тис. грн. Стягнуто 61,421 тис. грн. За відсутність висновку з оцінки впливу на довкілля 4 протоколи передано до суду. На відшкодування шкоди заподіяної державі суб'єктам-порушникам пред'явлено 68 претензій на суму 722,613 тис. грн. Стягнуто 68 претензій на суму 726,968 тис. грн. Фахівцями відділу інструментально-лабораторного контролю під час здійснення заходів державного нагляду (контролю) на 18 підприємствах від 88 стаціонарних джерел

забруднення АП відібрано 333 об'єднані проби викидів забруднюючих речовин та проведено 1869 визначень. Також проведено контроль викидів від 43 пересувних джерел. Перевищень встановлених нормативів у відпрацьованих газах автотранспорту не зафіксовано (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

Викиди забруднюючих речовин в АП за видами економічної діяльності подані в табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Викиди забруднюючих речовин в АП за видами економічної діяльності  
Джерело: *Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*

№ з/п	Види економічної діяльності	Обсяги викидів за регіоном	
		м	% до загального підсумку
1	Усі види економічної діяльності	22973,0	100
	у тому числі		
1.1.	Сільське, лісове та рибне господарство	8867,2	38,60
1.2.	Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	769,3	3,35
1.3.	Переродна промисловість	2184,9	9,51
1.4.	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	8342,5	36,31
1.5.	Водопостачання, каналізація, поводження з відходами	1016,6	4,43
1.6.	Будівництво	55,9	0,24
1.7.	Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	147,1	0,64
1.8.	Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	1079,6	4,70
1.9.	Інформація та телекомунікації	0,9	0,004
1.10.	Фінансова та страхова діяльність	0,4	0,002
1.11.	Операції з нерухомим майном	87,7	0,38
1.12.	Професійна, наукова та технічна діяльність	1,7	0,01
1.13.	Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	2,1	0,01
1.14.	Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	269,4	1,17
1.15.	Освіта	62,6	0,27
1.16.	Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	77,6	0,34
1.17.	Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	7,5	0,03

### **2.2.3. Транскордонне забруднення атмосферного повітря**

«Чернігівська область на північному заході межує з Гомельською областю Республіки Білорусь, а на півночі – з Брянською областю Російської Федерації і може піддаватися транскордонному забрудненню атмосферного повітря з боку цих територій. Однак відсутність мереж постів контролю не дає можливості реально оцінити величину впливу транскордонних забруднень на загальний стан атмосферного повітря області» *(Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022)*.

### **2.2.4. Оцінка якості атмосферного повітря в населених пунктах**

Моніторингові дослідження стану АП м. Чернігів здійснюються на 2 стаціонарних постах № 1 (вул. Всіхсвятська, 7) та № 2 (вул. Пирогова 16) Чернігівським обласним центром з гідрометеорології із виконанням досліджень у лабораторії Центральної геофізичної обсерваторії *(Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022)*.

У повітрі визначався вміст чотирьох основних домішок: завислих речовин, діоксиду сірки, оксиду вуглецю і діоксиду азоту. Специфічні домішки – вісім важких металів (кадмій, залізо, манган, мідь, нікель, свинець, хром, цинк) визначались тільки на ПСЗ № 1 *(Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022)*.

У 2021 р. Чернігівським ЦГМ відібрано 7240 проб АП на вміст основних домішок, які були проаналізовані в лабораторії спостережень за забрудненням АП Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського (ЦГО). Проби на вміст важких металів в атмосферному повітрі (12 середньомісячних проб, з яких було зроблено 96 визначень) аналізувались в лабораторії спостережень за забрудненням ґрунтів та моніторингу важких металів та лабораторії фізико-хімічних методів аналізу ЦГО.

У 2021р. загальний рівень забруднення АП в місті за індексом забруднення атмосфери (ІЗА) оцінювався, як низький. Середньорічні концентрації домішок, що визначались, не перевищували середньодобову гранично допустиму концентрацію (ГДКс.д.), за винятком діоксиду азоту (речовини 3-го класу небезпеки), середня концентрація якого дорівнювала 2,3 ГДКс.д. (Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022).

Середньорічні і максимальні концентрації забруднювальних речовин в АП Чернігова (в кратності середньодобових та максимально разових ГДК) за даними (Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022) представлений в табл. 2.7.

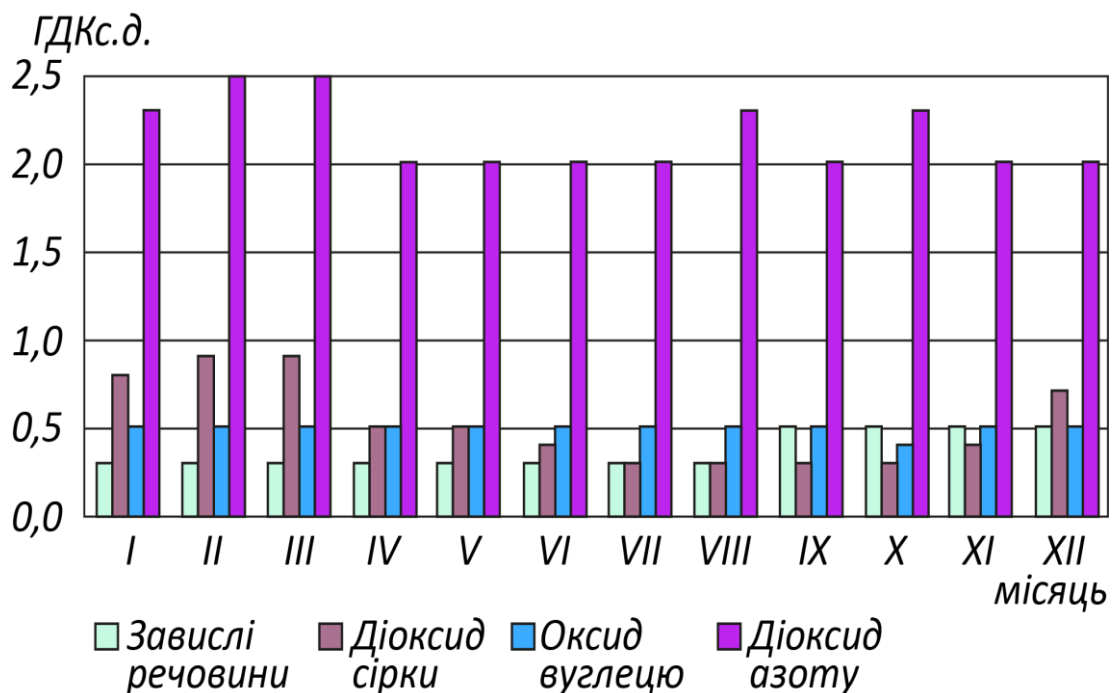
Таблиця 2.7

*Середньорічні і максимальні концентрації забруднювальних речовин в атмосфері Чернігова (в кратності середньодобових та максимально разових ГДК*

Домішки	Середньорічні концентрації				Максимальні концентрації			
	Номери ПСЗ		По місту		Номери ПСЗ		По місту	
	1	2	2021	2020	1	2	2021	2020
Завислі речовини	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
Діоксид сірки	0,5	0,5	0,5	0,7	0,3	0,1	0,3	0,1
Оксид вуглецю	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,3
Діоксид азоту	2,0	2,3	2,3	2,3	0,9	0,9	0,9	0,9
Свинець	0,1		0,1	0,1	0,1		0,1	0,1
Манган	0,0		0,0	0,1	0,1		0,1	0,1
Хром	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0
Залізо	0,1		0,1	0,1	0,1		0,1	0,1
Кадмій	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0
Мідь	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0
Нікель	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0
Цинк	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0

Протягом року середньомісячні концентрації діоксиду азоту коливались у межах 2,0-2,5 ГДКс.д. Середньорічні концентрації інших домішок становили: з діоксиду сірки та оксиду вуглецю – 0,5 ГДКс.д. з завислих речовин – 0,4 ГДКс.д. Максимальні концентрації становили: з діоксиду азоту – 0,9 ГДКм.р., з оксиду вуглецю – 0,5 ГДКм.р., з завислих речовин та діоксиду сірки – 0,3 ГДКм.р. (Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022).

Середні за рік та максимальні з середньомісячних концентрацій важких металів були значно нижчими за відповідні ГДКс.д. Забрудненість повітря діоксидом азоту була дещо вищою в районі вулиці Пирогова, іншими домішками – однаковою на обох постах спостережень. У річному ході спостерігалось підвищення середньомісячних концентрацій діоксиду азоту та діоксиду сірки в січні-березні; вміст оксиду вуглецю був на рівні 0,4-0,5 ГДКс.д., завислих речовин – 0,3-0,5 ГДКс.д. за даними (Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022) представлена на рис. 2.7.



**Рис. 2.7.** Динаміка середньорічних і максимальних концентрацій забруднювальних речовин в атмосфері Чернігова

Загалом порівняно з 2020 р. рівень забруднення АП майже не змінився: дещо підвищився вміст завислих речовин та знизився вміст діоксиду сірки, вміст інших домішок залишився на тому ж самому рівні. За інформацією Державної установи «Чернігівський обласний лабораторний центр (офіційний сайт за посиланням: <https://cnobldses.gov.ua/news/eps.php?id=1976>. Міністерства охорони здоров'я України» моніторингові дослідження АП у 2021 р. проводились у містах області на вулицях з інтенсивним рухом автотранспорту, в зоні впливу найбільш потужних промислових підприємств, а також підприємств, у яких не

витримана нормативна санітарно-захисна зона (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

По м. Чернігову проведені дослідження в 18 точках, в м. Ніжин в 1 точці, в м. Прилуки у 2 точках. В рамках моніторингу виконано дослідження 1426 проб АП, з них 1183 проб у міських поселеннях, 243 – у сільських. Кількість проб АП з перевищенням ГДК хімічних речовин по області становила 57, що складає 4,0%, проти 2,4% у 2020 р. Перевищення ГДК забруднюючих речовин було виявлено лише на території м. Чернігова (24 – по пилу неорганічному, 33 – по оксиду вуглецю) в місцях скупчення автомобільного транспорту та на автомагістралях. В зоні впливу промислових підприємств, перевищення ГДК забруднюючих речовин не виявлялися (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

Найбільшим забруднювачем АП на Чернігівщині залишається КЕП «Чернігівська ТЕЦ» ТОВ фірми «ТехНова», яке розташоване в м. Чернігів. За 2021 р. підприємство викинуло в АП 7,491858 тис. т забруднюючих речовин. Лабораторією КЕП «Чернігівська ТЕЦ» ТОВ фірми «ТехНова» здійснювався відомчий моніторинг вмісту забруднюючих речовин в АП в зоні впливу підприємства з квітня по жовтень 2021 р. на постах: м. Чернігів, вул. Кропивницького, 105; вул. Придеснянська, 14; вул. Загородня, с. Жавинка, вул. Ільїнська, 161 (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

Максимально разові концентрації забруднюючих речовин, що визначалися, були нижче відповідних ГДК і складала: діоксиду сірки – 0,12-0,49 ГДКм.р., пилу – 0,13-0,35 ГДКм.р., діоксиду азоту – 0,017-0,034 ГДКм.р., оксиду вуглецю – 1,0-1,8 ГДКм.р (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

Осінні погодні умови – тумани, наявність приземних інверсій, коли при землі утворюється затримуючий шар повітря, можуть сприяти накопиченню забруднювальних речовин.

Окрім автомобільних газів та викидів підприємств, причиною утворення смогу могли бути також продукти горіння через спалення сміття та листя на присадибних ділянках.

### **2.2.5. Оцінка стану радіаційного забруднення атмосферного повітря**

Чернігівським обласним центром з гідрометеорології вимірюється рівень гамма-фону на 7 постах: м. Ніжин, м. Остер, ВБ (Придеснянська) с. Покошичі, м. Прилуки, м. Семенівка, АМСЦ Чернігів, м. Сновськ (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

Аналіз середньомісячної потужності експозиційної дози гамма-випромінювання в АП показує, що перевищень мінімального рівня дії, який складає 30 мкР/год, не спостерігалось. Потужність експозиційної дози гамма-випромінювання по області становила в середньому 9-16 мкР/год, що не відрізняється від показників минулих років. По декілька днів на місяць фіксувалися максимальні разові рівні 13,0-19,0 мкР/год. Коливання показників залежало від температурного режиму, напрямків та сили вітру, кількості опадів (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

### **2.3. Вплив забруднюючих речовин на здоров'я населення та біорізноманіття**

Здоров'я людини визначається складною взаємодією таких чинників, як спадковість, соціально-економічне та психологічне благополуччя, доступність і якість медичного обслуговування, спосіб життя і якість НПС.

Забруднення АП впливає на здоров'я населення, шляхом загострення хронічних хвороб серцево-судинних, органів дихання, крові, нервової системи, алергії.

За останні роки згідно статистичних даних захворюваність органів дихання характеризується стабільністю. Забруднення АП знаходиться в малих дозах концентрації і не викликають явних патологічних процесів, а приводять до хронічних захворювань. У виникненні хвороб пов'язаних з органами дихання відіграють роль забруднювальні речовини АП, такі як пил, оксиди сірки та азоту, продукти загорання нафти, вугілля, природного газу, озон, важкі метали та інші.

Відповідно до наказу МОЗ України №157 від 26.01.2018 року «Про внесення змін до деяких наказів МОЗ України» скасовано первинний облік захворювань, в зв'язку з чим показники захворюваності населення не розробляються.

#### **2.4. Заходи, спрямовані на покращення стану атмосферного повітря**

З метою нормування та регулювання викидів забруднюючих речовин в АП Департаментом екології та природних ресурсів облдержадміністрації за звітний період видано 200 дозволів (в 2020 р. – 221 дозвіл), в яких визначалися шляхи та терміни зменшення обсягів викидів в АП. Дотримання суб'єктами господарювання умов, визначених у дозволах, регламентів прийнятих технологічних процесів та неперевищення встановлених гранично допустимих обсягів викидів забруднюючих речовин є основою забезпечення охорони АП (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

Несанкціоновані викиди в атмосферу, наразі створюють значну загрозу АП, а як наслідок здоров'ю населення як в області, так і в державі в цілому. Недостатня забезпеченість на рівні області спеціальними приладами та пристроями не дозволяє повноцінно здійснювати контроль за дотриманням вимог природоохоронного законодавства в галузі охорони АП, в тому числі виявляти і фіксувати порушення та формувати доказову базу з метою

притягнення винних осіб до відповідальності (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

З метою покращення якості АП і зменшення викидів в атмосферне повітря та на забезпечення виконання Постанови Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 №827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони АП» Департаментом екології та природних ресурсів Чернігівської обласної державної адміністрації була розроблена і затверджена «Програма державного моніторингу у галузі охорони АП зони «Чернігівська» на 2021 – 2025 рр.». Дана програма охоплює територію області, за виключенням м. Чернігів (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

Відповідно до пропозицій Чернігівського обласного центру з гідрометеорології, програмою було запропоновано створення мережі спостереження в наступних населених пунктах зони «Чернігівська»: м. Ніжин; м. Прилуки; м. Корюківка; м. Бахмач. За результатами наукових досліджень, що проведені Національним університетом «Чернігівська політехніка» (рівень забрудненості АП в зоні «Чернігівська» оцінюється як низький), науковцями рекомендовано забезпечити придбання та функціонування пересувного посту спостереження за якістю АП. Також програмою передбачені додаткові моніторингові дослідження по визначенню забруднюючих речовин в АП в вищезазначених місцях Чернігівської області (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

З метою зменшення кількості викидів забруднюючих речовин в АП КЕП «Чернігівська ТЕЦ» ТОВ фірми «ТехНова» протягом 2021 р. були виконані природоохоронні заходи:

– для поліпшення режиму горіння, проведені поточні ремонти котлоагрегату БКЗ-210-140ПТ ст. №3 із частковою заміною каплевловлювачів вище кілець зрошування з газоходами до збірному коробу з заміною ізоляції та внутрішнього антикорозійного покриття; котлоагрегату БКЗ-210-140ПТ ст. №2 з

заміною збірного коробу золовловлювачів та внутрішнього антикорозійного покриття. Дані роботи зменшили кількість викидів суспендованих твердих частинок в повітря на 5,6 т. Загальний обсяг витрат за кошторисною вартістю склав 1164,6 тис. грн без ПДВ;

– виконані поточні ремонти золовловлювачів пилувугільних котлів ст.№1-4 (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022*).

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРОБКА КОНЦЕПЦІЇ ГІС МОНІТОРИНГУ АТМСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

#### 3.1. Необхідність застосування геоінформаційних систем і технологій для моніторингу атмосферного повітря

У процесі антропогенної діяльності людини відбувається забруднення атмосфери, що призводить до зміни хімічного складу АП. Забруднення АП відбувається також і природним шляхом: вулканічні гази, природний пил, спори грибів, мікроорганізми, пилок рослин тощо.

Серед низки актуальних проблем, які потребують щонайшвидшого вирішення для забезпечення сталого розвитку суспільства, є встановлення критичних техногенних навантажень на НПС, моделювання процесів взаємодії і взаємопроникнення природних і антропогенних факторів, безперервний моніторинг цих процесів і прогнозування надзвичайних ситуацій. Серед них одним з найважливіших є моніторинг АП, оцінка внесення в атмосферу або виникнення в ній нових, не характерних для неї фізичних, хімічних, біологічних речовин, та перевищення природного рівня концентрацій забруднюючих і отруйних речовин, контроль за станом джерел викидів, розробка управлінських рішень щодо покращення екологічної ситуації та прогнозування станів НПС (Зацерковний В.І., 2011).

Щорічно в АП викидається близько 7 млн т (понад 10 т на км<sup>2</sup> території) різних речовин, кожна з яких небезпечна для людей і живих організмів та завдає шкоди матеріальним цінностям, що призводить до значних економічних збитків.

Оскільки інформація для моніторингу АП має просторово-розподілений характер, то при розробці технологій введення, збереження, переробки, аналізу і візуалізації цієї важливої інформації доцільно застосовувати ДЗЗ, ГІС і реляційні

бази даних, які спроможні внести значний вклад у вдосконалення моніторингу НПС взагалі, а АП, зокрема. Застосування ГІТ у моніторингу АП дозволяє відслідковувати стан НПС, прогнозувати виникнення надзвичайних екологічних ситуацій та інформувати населення про поточний екологічний стан НПС, динаміку його змін, джерела забруднення, розміщення відходів, характер впливу екологічних факторів на здоров'я людей через забезпечення вільного доступу до екологічної інформації.

### 3.2. Організація державного моніторингу навколишнього природного середовища

Структура системи державного екологічного моніторингу представлена на рис. 3.1.

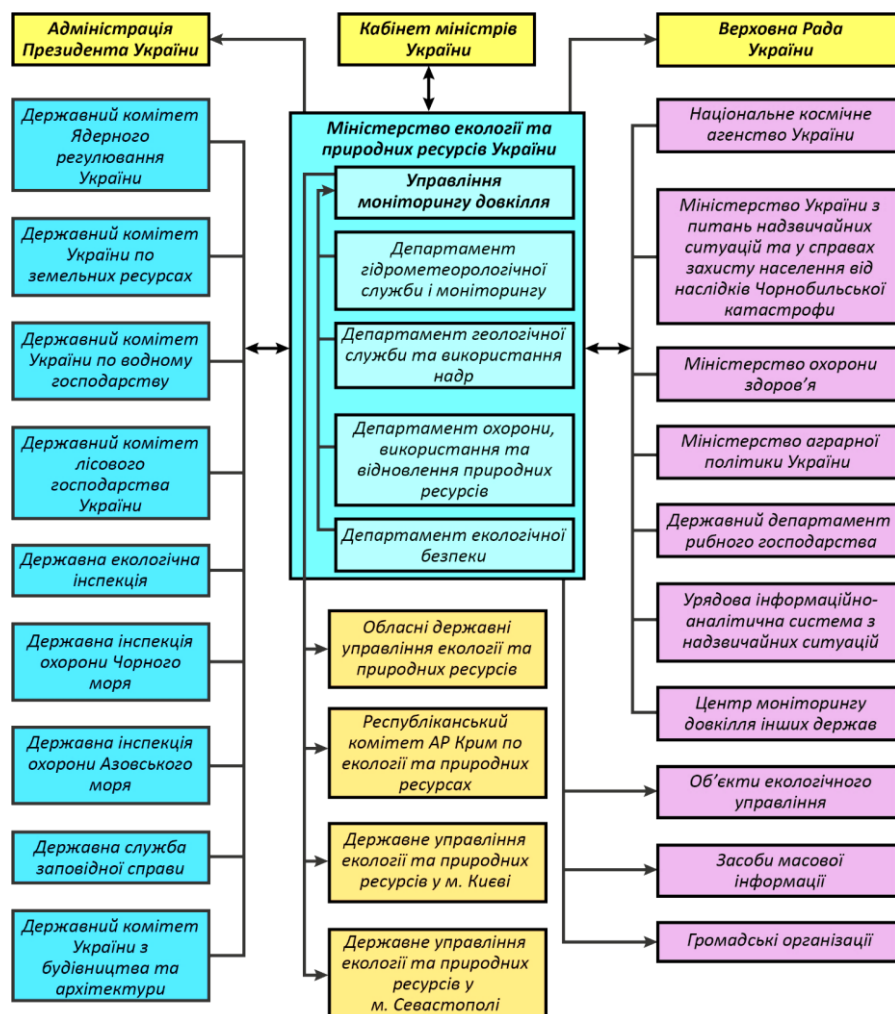


Рис. 3.1. Структура системи державного екологічного моніторингу

Рівні державного моніторингу представлені на рис.3.2.

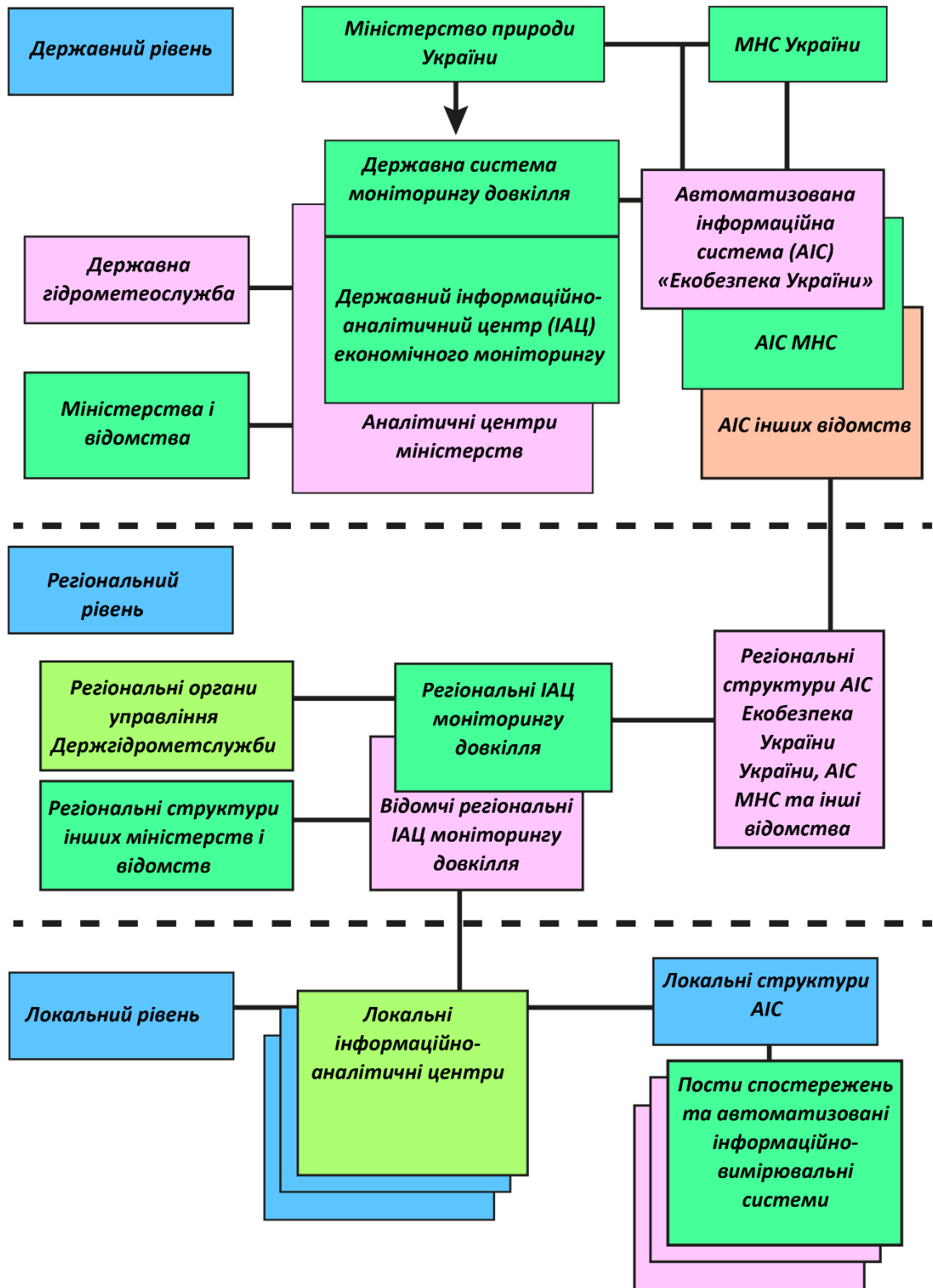


Рис. 3.2. Рівні державного моніторингу

В Україні державний моніторинг НПС здійснюється мережею галузево-розгалужених організацій, які здійснюють виміри у різних точках за різними параметрами (Андрієнко Т., 1998).

У процесі проведення моніторингу отримують первинні та узагальнені дані про стан довкілля на певній території, оцінюють рівні його забруднення, ступінь придатності середовища для життєдіяльності людей, на основі чого здійснюють прогнозування і розробляють управлінські природоохоронні рішення (Новиков Ю.В., 2000).

Після з'ясування наявного та прогнозованого рівнів забруднення атмосферного повітря, оцінюють зміни концентрацій домішок у просторі й часі, розробляють схеми розміщення постійних (стаціонарних) постів спостереження на території дослідження, програми їх роботи.

Пост спостереження може надавати інформацію про загальний стан повітряного басейну (якщо він знаходиться поза зоною впливу окремих джерел викидів) і контролювати джерела викидів (якщо він перебуває в зоні впливу джерел викидів).

При їх розміщенні пріоритетними є житлові райони з найбільшою щільністю населення де можливе перевищення встановлених гранично допустимих концентрацій (ГДК).

Однак ГДК не є ефективним критерієм, оскільки встановлюються, по-перше, коли дія різних концентрацій одного забруднювача досліджується на фоні підтримки на постійному рівні концентрацій усіх інших факторів, по-друге, дія окремих забруднювачів досліджується ізольовано, на той час як в реальному житті має місце комбінований вплив багатьох факторів, по-третє, дія окремих забруднювачів, зазвичай, вивчається в лабораторії на окремих видах біоти, виокремлених з природного оточення. Крім того, ГДК приймаються в якості єдиних нормативів для адміністративних утворень, в той час як дія забруднюючих речовин залежить від специфічних фонових, кліматичних, господарських та багатьох інших характеристик конкретного регіону. Внаслідок

цього, використання єдиних ГДК в районах з різними екологічними умовами в реальній практиці не є раціональною, тому необхідна розробка більш ефективних критеріїв.

Крім того, існують серйозні розбіжності в оцінці критеріїв забруднення, використовуваних в європейській спільноті і в Україні (*Закон України "Про охорону атмосферного повітря", 1992*), що призводить до істотного ускладнення порівняння стану повітря в різних регіонах Європи і унеможлиблює оцінку ефективність заходів, спрямованих на очищення повітря. Неефективність моніторингу проявляється і в дублюванні частини результатів, а певна кількість параметрів, необхідних для оцінки стану середовища або інтегральної оцінки території, взагалі просто не відслідковується. Звести сукупно результати такого моніторингу досить складно: для початку потрібно уніфікувати його інструментарій, набори контрольованих параметрів і ряди їх стандартних значень, а потім розмежувати доступ, надаючи конкретним організаціям можливість поповнювати базу спостережень тільки в сфері їх компетенції. Паралельно з цією роботою необхідно сформувати зведену базу спостережень, забезпечити можливість її комплексного аналізу і виключити несанкціоновану зміну будь-яких даних тощо (*Закон України "Про охорону атмосферного повітря", 1992*).

Таким чином, виходячи з наведеного є всі підстави вважати існуючу державну систему підготовки екологічної інформації для прийняття управлінських рішень, недостатньо ефективною. Для створення ефективної системи моніторингу АП необхідно сформувати принципово нові підходи і погляди до проблем соціально-економічного розвитку і використання ресурсів навколишнього природного середовища, зокрема повітря. Вони повинні відповідати сучасному етапу соціальних відносин, економічних взаємозв'язків та сучасному розвитку інформаційних технологій.

Оскільки інформація використовується для моніторингу АП має просторово-розподілений характер, то при розробці технологій уведення,

збереження, переробки, аналізу і візуалізації цієї важливої інформації доцільно застосовувати ГІС і реляційні бази даних, які спроможні внести значний вклад у вдосконалення моніторингу навколишнього природного середовища (НПС) взагалі, а АП зокрема, забезпечуючи при цьому наочну основу для аналізу.

ГІС спроможні інтегрувати дані з різних джерел – баз даних, ДЗЗ, даних метеослужби, Інтернет тощо (Берлянт А.М., 1996). Крім того, ГІС дозволяють створювати карти розподілу атмосферних забруднень, відслідковувати зміну їх динаміки в залежності від температури, тиску, швидкості вітру, повітряних течій тощо. Інструментарій ГІС забезпечує не тільки введення інформації, але й надає можливість розрахунків допоміжних показників, які характеризують динаміку зміни екологічного стану довкілля як за окремими точковими об'єктами, так і за регіоном в цілому, побудові рейтингових оцінок, що відображують реальний стан довкілля тощо.

Застосування ГІТ в моніторингу АП пов'язане зі зростаючим забрудненням повітря, гостротою цієї проблем і нарощуванням зусиль суспільства з метою їх вирішення.

Забруднення, потрапляючи в природне середовище, вступає в складну взаємодію з її компонентами в ході процесів переносу, трансформації, осадження і деструкції. Інформація про стан забруднення атмосферного повітря надходить зазвичай із декількох різних джерел і нерідко є важко зіставною. Тому питання забезпечення географічної коректності картографування забруднення атмосферного повітря вимагають теоретичного і методичного пророблення, в тому числі на прикладі конкретного регіонального матеріалу.

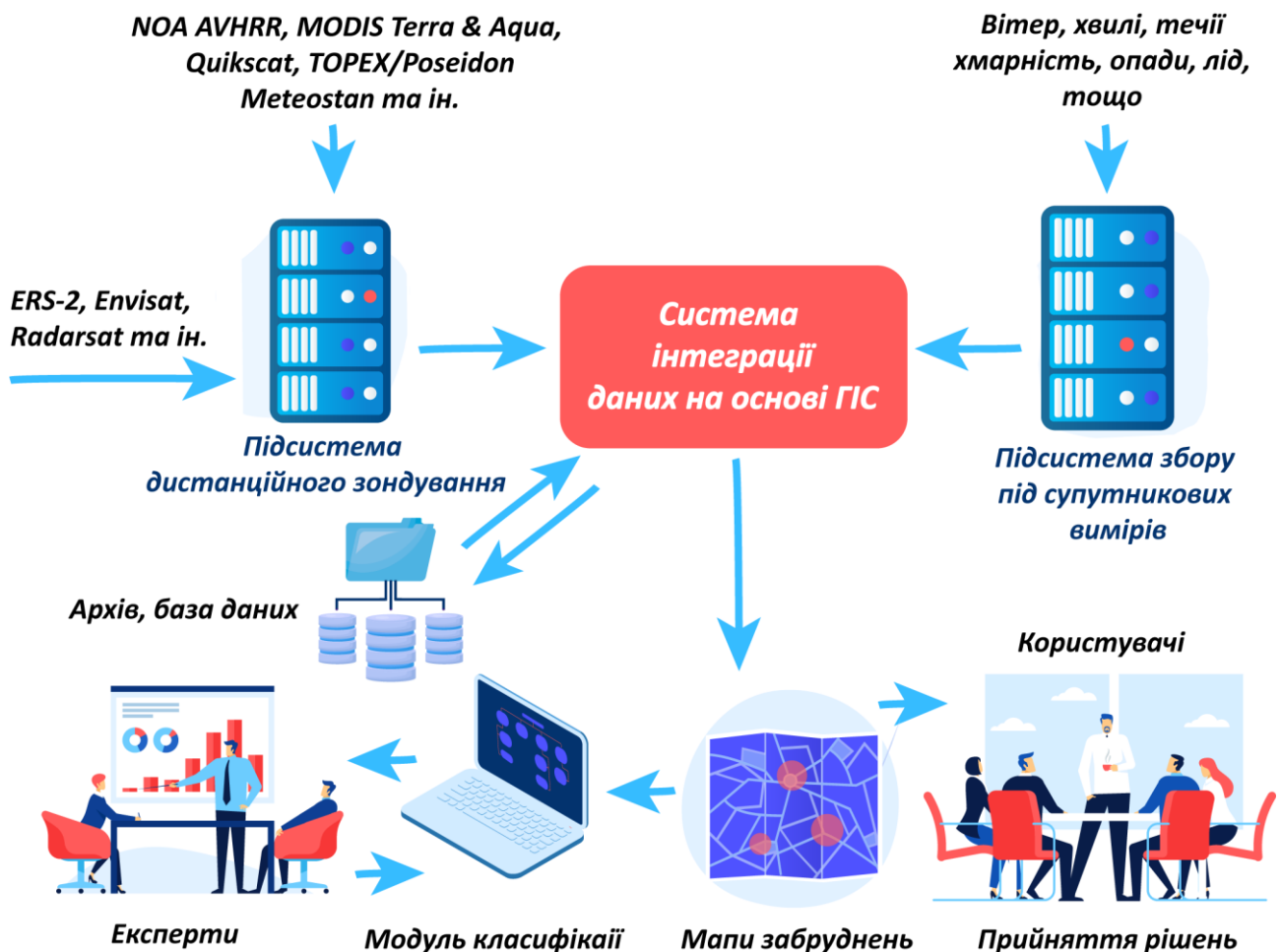
Застосування ГІС і ГІТ дозволяє відслідковувати стан навколишнього природного середовища (НПС), прогнозувати виникнення надзвичайних екологічних ситуацій та інформувати населення про поточний екологічний стан НПС, динаміку його змін, джерела забруднення, розміщення відходів, характер впливу екологічних факторів на здоров'я людей через забезпечення вільного доступу до екологічної інформації.

На основі ГІТ і ГІС можуть створюватись підсистеми для підтримки задач управління і прийняття рішень, розробці заходів з попередження викидів в атмосферу, а також геоінформаційних модулів, які будуть доступні пересічним громадянам через Internet. Програмне забезпечення ArcView/ArcGIS дає можливість інтегрувати ці дані і забезпечити їх спільну роботу в єдиній оболонці.

Застосування ГІС в задачах моніторингу АП дасть змогу змодельовати картину забрудненості АП, як окремо по кожному місту, території, так і по Україні в цілому.

### 3.3. Розробка концепції ГІС моніторингу атмосферного повітря

Функціональна схема ГІС моніторингу АП повинна складатись з чотирьох основних підсистем (рис. 3.3):



**Рис. 3.3.** Функціональна схема системи моніторингу АП

1. *Підсистема ДЗЗ.* В рамках цієї підсистеми здійснюється збір, обробка та аналіз даних ДЗЗ (радіолокаційне випромінювання, температуру поверхні, хмарний покрив, вітер, опади тощо).

2. *Підсистема збору підсупутникових вимірів.* Тут відбувається збір даних і супутньої інформації (вітер, хвилі, повітряні і морські течії, параметри забруднюючих речовин тощо). На основі отриманої інформації будуються реляційні бази даних, які містять оперативні і ретроспективні дані про стан АП.

3. *Система інтеграції даних.* Основою підсистеми є ГІС, яка у сукупності з *модулем класифікації* здійснює інтеграцію всіх інших даних та надає можливість візуалізації забруднень АП.

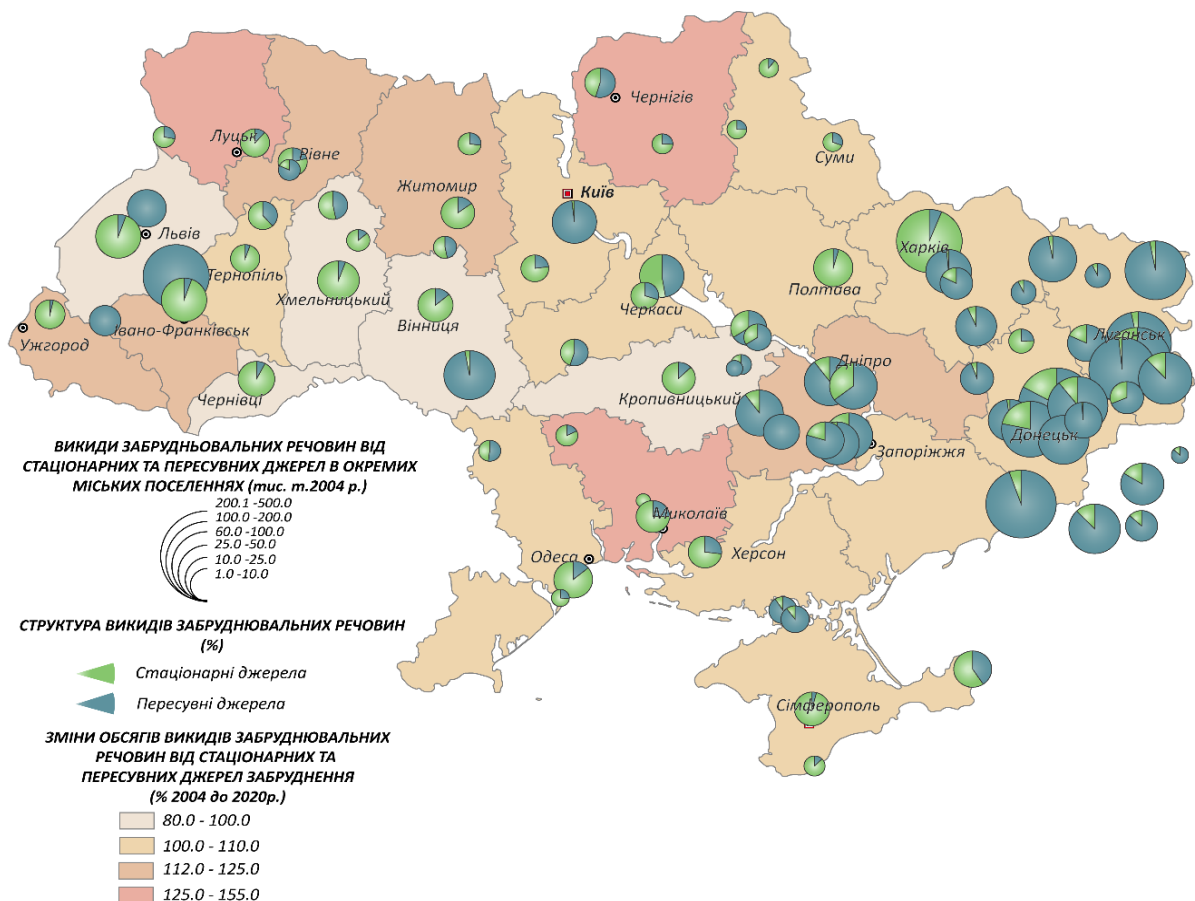
4. *Підсистема архівування і збереження даних.* Тут відбувається збереження і архівування інформації, необхідної для розв'язання різноманітних задач, таких як моделювання сценаріїв та отримання статистичних відомостей про забруднення АП.

Створювана ГІС характеризується багатоцільовим характером, функціональною надлишковістю, багатоваріантною реалізацією функцій, наявністю просторово-розподіленої мережі обміну даними, гнучкими технологіями управління.

При створенні пілотного геоінформаційного проекту моніторингу АП Чернігівської області цикл робіт в першу чергу зводився до інвентаризації джерел забруднення атмосферного повітря, моделювання та відображення рівнів забруднення, визначення зон з найбільшими концентраціями, визначення територій ризиків для здоров'я населення, обчислення буферних зон тощо.

При проведенні інвентаризації викидів необхідно виконати: класифікацію забруднювачів АП, джерел цих забруднювачів; визначити якість і кількість забруднюючих матеріалів; визначити кількість оброблених чи спалених матеріалів; визначити коефіцієнти забруднення довкілля відходами виробництва для забруднюючих матеріалів; обчислити припустимий обсяг викидів для кожного забруднювача. Інвентаризації викидів використовуються

для планування умов моніторингу у різних галузях; визначення програми моніторингу та інтерпретації отриманих результатів; встановлення стандартів викидів; оцінки концентрації повітряних забруднювачів для різних метеорологічних умов; встановлення базових рівнів заданих концентрацій повітряних забруднювачів і прив'язка їх до тенденцій розвитку; демонстрації сезонного і географічного поширення повітряних забруднювачів у визначеній галузі; допомоги у встановленні пріоритетів програми контролю за забрудненням повітря. Як приклад на рис. 3.4. представлена побудована карта викидів забруднюючих речовин в АП міських поселень України, створена за даними (<https://www.imbf.org/karty/karta-vybrosov-zagrjaznjajushhih-veshhestv-ukrainy.html>).



**Рис. 3.4.** Картосхема викидів забруднюючих речовин в АП міських поселень України

Дана карта характеризує інтегральну забрудненість АП. Найбільші проблеми з забрудненням АП на сході України має Донбас. Далі в «брудному»

рейтингу фігурують міста Дніпропетровської, Запорізької, Луганської, Харківської областей, м. Київ та деякі інші обласні центри.

Незадовільний стан АП перерахованих регіонів обумовлений недотриманням підприємствами технологічного режиму експлуатації пилогазоочисного устаткування, невиконанням у встановлені терміни заходів щодо зниження обсягів викидів до нормативного рівня; низькими темпами впровадження сучасних технологій очищення викидів; відсутністю ефективного очищення викидів підприємств від газоподібних домішок; відсутністю нормативних санітарно-захисних зон між промисловими і житловими районами.

Сьогодні до переліку регіонів з найменшим техногенним навантаженням умовно можна віднести Вінницьку, Волинську, Житомирську, Закарпатську, Рівненську, Тернопільську, Херсонську, Хмельницьку і Чернівецьку області. Із загальної кількості шкідливих викидів в АП на ці області припадає лише 4,9 %.

В багатьох регіонах спостерігається зростання локальних і глобальних екологічних проблем, що загрожують не тільки благополуччю але й подальшому існуванню природи і людини.

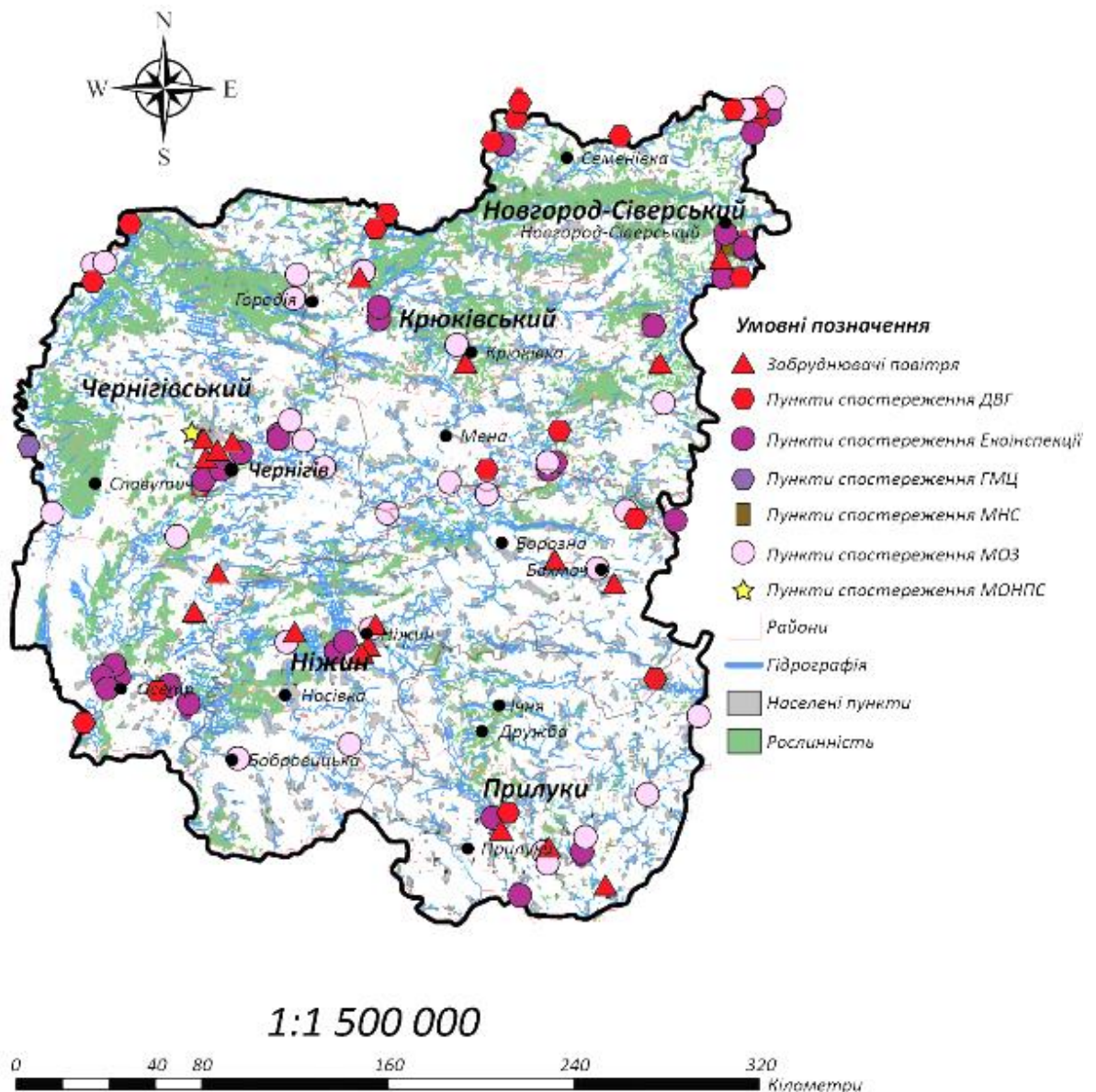
Антропогенний тиск на природне середовище призводить до порушення природного стану атмосфери, природніх вод і ландшафтів, флори і фауни. Кожний регіон має свої екологічні проблеми, не є виключенням Чернігівська область, яка серед інших областей України має відносно помірне забруднення атмосфери, однак на фоні наслідків аварії на Чорнобильській АЕС дослідження динаміки будь-яких екологічних змін, що відбуваються в екології регіону є надзвичайно актуальною задачею.

## РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА ГІС МОНІТОРИНГУ АТМСФЕРНОГО ПОВІТРЯ  
ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

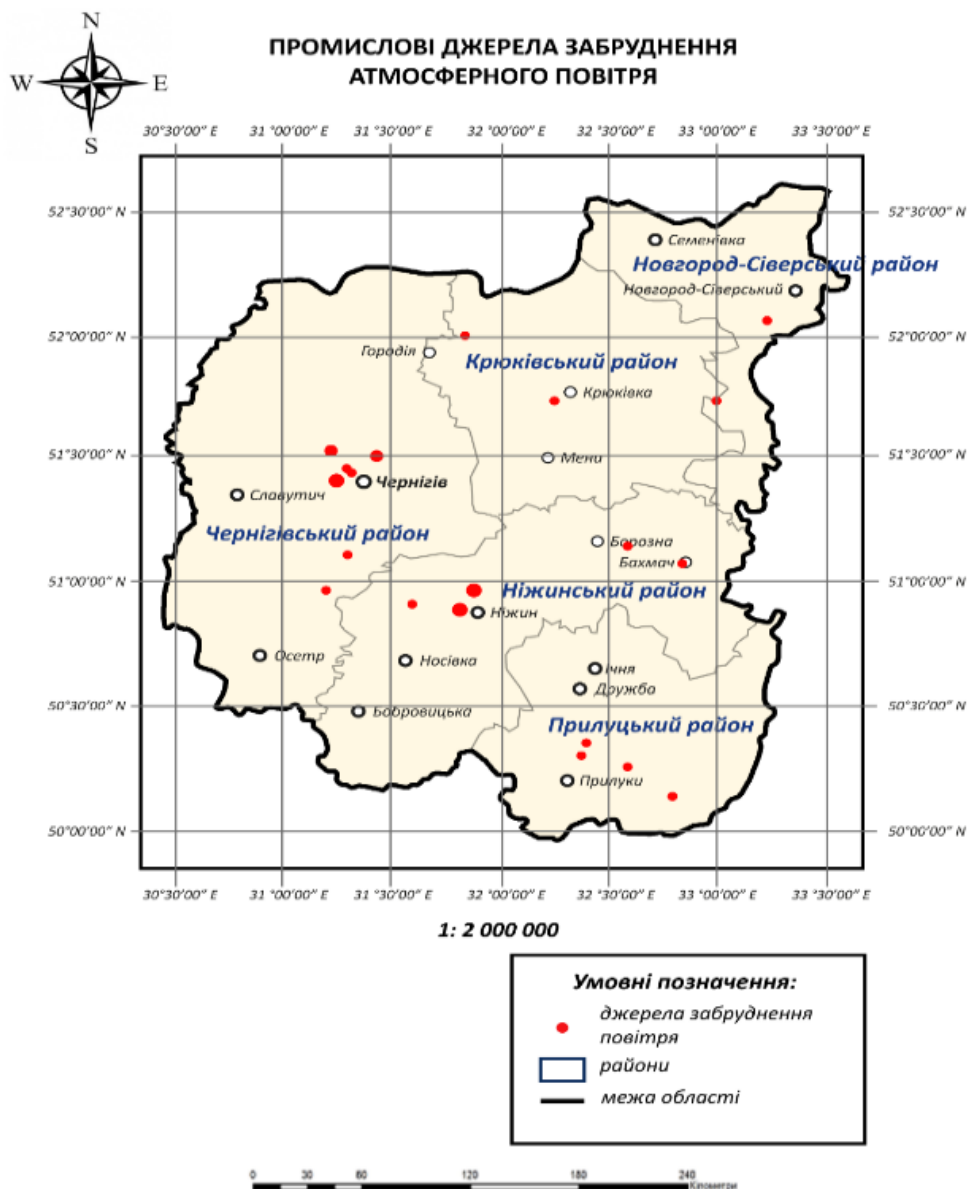
## 4.1. Визначення основних забруднювачів атмосферного повітря

Картосхема основних забруднювачів АП Чернігівської області і місце розташування галузевих постів спостереження представлені на рис. 4.1.



**Рис. 4.1.** Картосхема основних забруднювачів АП і місце розташування галузевих постів спостереження

Джерела промислового забруднення АП представлені на рис. 4.2.



**Рис. 4.2.** Картохема основних промислових забруднювачів АП

«Територія Чернігівської області становить 31,9 тис. км<sup>2</sup> (5,3% від усієї території країни); населення – 1281 тис. чол. (2,6 відсотків від усього населення), а його щільність – 36 осіб на км<sup>2</sup>, тобто у 2,1 рази менше, ніж у середньому по країні. Стан НПС оцінюється неоднозначно: просторові переваги і перспективність розвитку природних комплексів, здатність до самоочищення поєднуються із значним антропогенним тиском на нього. Внаслідок техногенного забруднення втрачено 15% території області придатної для

рекреації. У сховищах організованого складування накопичено 1919,2 тис. т. промислових токсичних відходів. В АП викинуто 86,8 тис. т. шкідливих речовин, у тому числі від стаціонарних джерел 23%, від пересувних – 77%. За даними обласної санітарно-епідеміологічної станції спостереження за станом АП проводиться на маршрутних постах та в районі впливу промпідприємств – забруднювачів АП в містах Чернігові, Ніжині, Прилуках та 17 районах на 52 маршрутних постах та 49 підфакельних за 15 інгредієнтами (пилу, діоксиду сірки, діоксиду азоту, оксиду вуглецю, фенолу, формальдегіду, сірчаній кислоті, динілу, толуолу, аміаку, свинцю, ацетону, ксилолу). При цьому визначається вміст трьох основних домішок – пилу, двоокису сірки та двоокису азоту та вміст специфічних речовин – бенз(а)пірену і восьми важких металів (заліза, кадмію, марганцю, міді, нікелю, свинцю, хрому, цинку). Вміст оксиду вуглецю не визначається через відсутність приладу» *(Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області, 2022)*.

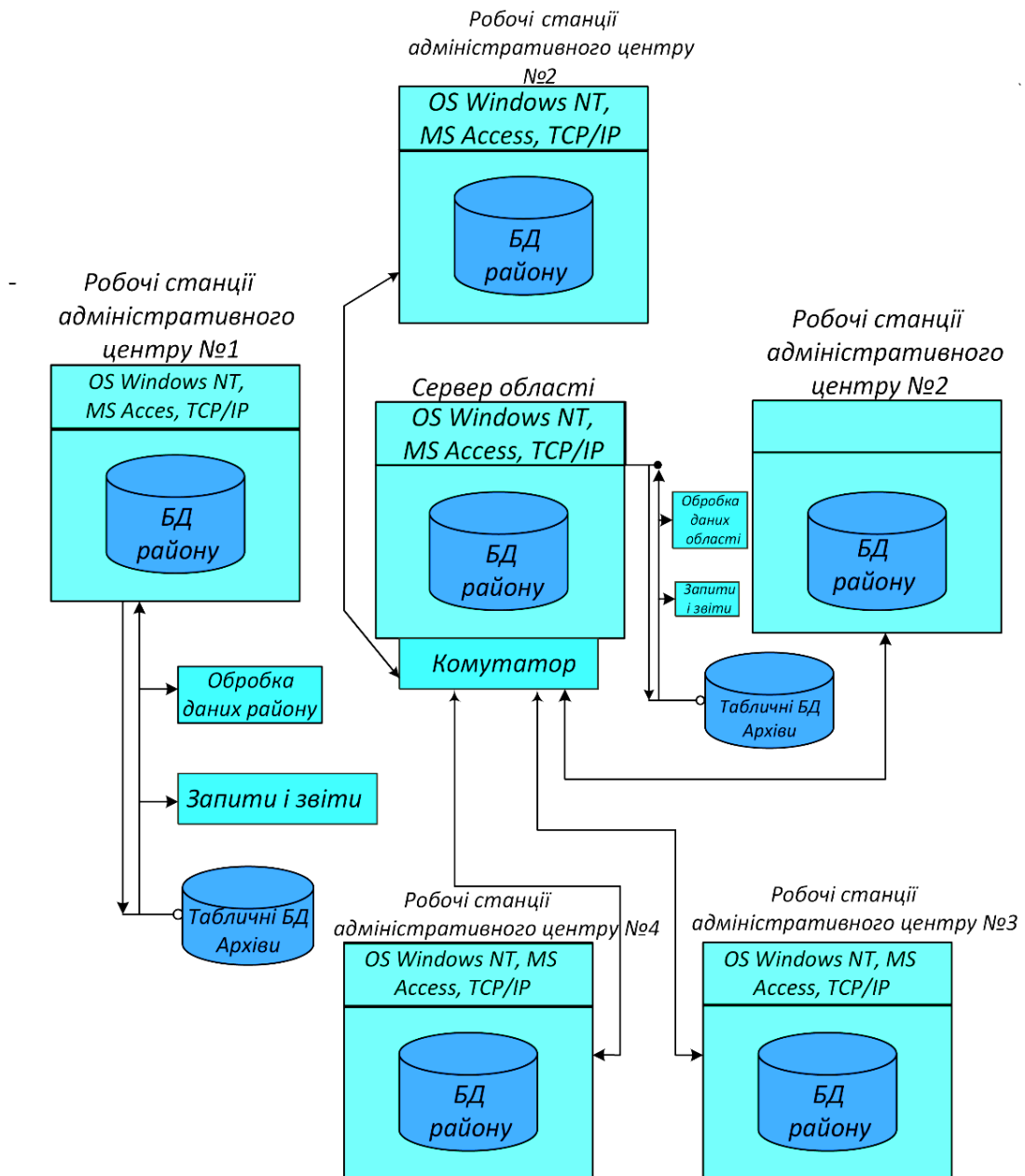
Аналіз вищенаведених матеріалів свідчить, що Чернігівську область можна віднести до групи областей, які характеризуються нерівномірним антропогенним навантаженням.

#### **4.2. Моделювання в ГІС моніторингу атмосферного повітря**

Розробка ефективної системи моніторингу АП Чернігівської області обумовлює необхідність встановлення основних характеристик забруднення, що слугують причиною самих серйозних або найбільш поширених хвороб, що виникають у частини населення. Система моніторингу забруднення атмосферного повітря на території Чернігівської області розроблена на базі ArcGIS.

Метою створення ГІС для роботи в мережі є: прийняття ефективних рішень в регулюванні питань з техногенної безпеки на основі багатоаспектного доступу до спільних ресурсів користувачами адміністративних утворень на основі

інтегрованої бази даних, розподіленої по вузлах мережі. Далі розглянемо концептуальну схему функціонування ГІС в мережі, яка побудована на 4х робочих станціях адміністративного центру та сервера області. Функціональна схема функціонування ГІС в мережі представлена на рис. 4.3.



**Рис. 4.3.** Концептуальна схема мережевої ГІС моніторингу АП

- 1). Інформація про кожен об'єкт за місцем збирання від кожного адміністративного центру попадає на сервер мережі в обласному центрі.
- 2). Одночасно дані обстежень становляться видимими, але недосяжними для коригування користувачами інших адміністративних центрів і області.

3). На рівні обласного центру використовуються звіти і запити про діяльність і забруднення підприємств в населених пунктах району.

4). Робочі станції адміністративних центрів об'єднані в регіональну мережу області.

5). На рівні області використовуються звіти і запити ПНО по районах області. Процес, в ході якого вирішується, який вид буде у знову створюваній БД, називається проектуванням бази даних. На етапі проектування необхідно передбачити усі можливі дії, котрі можуть виникнути на різних етапах життєвого циклу БД

На даному етапі необхідно проаналізувати запити користувачів, вибрати інформаційні об'єкти і їх характеристики і на основі аналізу структурувати предметну область. Аналіз предметної області доцільно розбити на три фази:

- аналіз концептуальних вимог і інформаційних потреб;
- виявлення інформаційних об'єктів і зв'язків між ними;
- побудова концептуальної моделі предметної області і проектування концептуальної схеми БД .

Об'єкти описані за допомогою атрибутів, представляються у базі даних, як інформаційні об'єкти на рис. 4.4.

адміністративні райони(Код\_району, Назва\_району);

об'єкт (Код\_об'єкту, Назва\_об'єкту);

значення об'єкту (Код\_значення, Назва\_значення);

значення (Код\_значення, Назва\_значення);

площа (Код\_площі,Одиниці\_площі);



Номер_п/п	Рік	Нас_пунк	пил	Діоксид_сірки	Діоксид_азоту	Оксид_вуглець	Пересувні_дже
1	2006	Бахмацький	0,132	0,166	0,034	0,101	1,827
2	2007	Бахмацький	0,138	0,154	0,034	0,093	1,804
3	2008	Бахмацький	0,124	0,14	0,036	0,11	1,723
4	2006	Бобровицький	0,015	0,01	0,034	0,157	1,818
5	2007	Бобровицький	0,018	0,012	0,026	0,132	1,836
6	2008	Бобровицький	0,019	0,011	0,023	0,106	1,614
7	2006	Борзнянський	0,097	0,05	0,016	0,038	1,124
8	2007	Борзнянський	0,075	0,041	0,015	0,015	1,063
9	2008	Борзнянський	0,051	0,019	0,017	0,012	0,973
10	2006	Варвинський	0,019	0,004	0,154	0,609	0,963
11	2007	Варвинський	0,016	0,004	0,163	0,571	0,968
12	2008	Варвинський	0,012	0,001	0,148	0,551	1,117
13	2006	Городнянський	0,051	0,03	0,018	0,093	1,009
14	2007	Городнянський	0,037	0,027	0,007	0,071	0,865
15	2008	Городнянський	0,04	0,033	0,005	0,046	0,803
16	2006	Ічнянський	0,011	0,033	0,037	0,088	1,633
17	2007	Ічнянський	0,016	0,022	0,034	0,099	1,528
18	2008	Ічнянський	0,012	0,025	0,036	0,095	1,495
19	2006	Козелецький	0,008	0,012	0,034	0,03	1,637
20	2007	Козелецький	0,008	0,011	0,04	0,027	1,709
21	2008	Козелецький	0,01	0,006	0,035	0,013	1,531
22	2006	Коропський	0,017	0,016	0,007	0,036	0,726
23	2007	Коропський	0,011	0,014	0,01	0,023	0,654
24	2008	Коропський	0,015	0,004	0,015	0,03	0,653
25	2006	Корюківський	0,17	0,12	0,06	0,234	1,257
26	2007	Корюківський	0,152	0,108	0,044	0,165	1,11
27	2008	Корюківський	0,156	0,132	0,047	0,208	1,034
28	2006	Куликівський	0,003	0,01	0,006	0,017	0,524
29	2007	Куликівський	0,004	0,011	0,005	0,01	0,541
30	2008	Куликівський	0,002	0,006	0,009	0,005	0,47
31	2006	Менський	0,143	0,147	0,039	0,086	1,258
32	2007	Менський	0,143	0,117	0,042	0,089	1,263
33	2008	Менський	0,124	0,101	0,027	0,038	1,328
34	2006	Ніжинський	0,019	0,047	0,002	0,014	0,701
35	2007	Ніжинський	0,019	0,044	0,005	0,014	0,629
36	2008	Ніжинський	0,04	0,039	0,003	0,009	0,603

**Рис. 4.5.** Загальна таблиця об'єктів

Вікно таблиці в режимі „Конструктора” складається з двох панелей:

– верхня панель містить таблицю з трьох стовпців: „Ім'я поля”, „Тип даних”, та „Опис”. В стовпці „Ім'я поля” містяться імена полів таблиці, в стовпці „Тип даних” вказується тип даних для кожного поля. Заповнення двох перших стовпців є обов'язковим. Стовпець „Опис” заповнювати необов'язково.

– на нижній панелі розташовуються дві вкладки властивостей полів: „Загальні” і „Підстановка”, а також область контекстної довідки. За допомогою клавіші <F6> можна переміщатися між панелями „Конструктора”.

Засобами вікна „Конструктор” можна:

- змінювати імена полів, їх тип і параметри;
- змінювати послідовності полів;

- вилучати поля з таблиці та додавати нові;
- змінювати або задавати нові ключові поля і тощо.

Перейменування поля в режимі "Конструктор" можна здійснити одним із способів:

- клацнувши лівою кнопкою миші в стовпці "Ім'я поля" на імені поля, що підлягає перейменуванню, або виділивши ім'я поля, що підлягає перейменуванню, в стовпці "Ім'я поля";

- редагуванням або уведенням заново імені за допомогою клавіш <Backspace> або <Delete>, а новий тип поля обирають зі списку стовпця "Тип даних". Для кожного типу даних за допомогою елементів нижньої панелі можуть бути встановлені властивості;

- натисканням клавіші <Enter> або переміщенням покажчика поточного запису на будь-який інший запис.

У БД забруднення АП робились запити по кожному району Чернігівської області та запит по всіх районах за рік.

Вимоги користувачів, що формуються у вигляді звітів:

- 1) Звіт про загальну характеристику підприємств адміністративних районів області.

- 2) Звіт про кількість шкідливих речовин в АП, які існують в адміністративних районах і на території всієї області.

Конструювання таблиць здійснимо засобами СКБД Access за формами (рис. 4.6-4.7).

**Рис. 4.6.** Загальний вигляд форми для введення даних вмісту шкідливих речовин

**Рис. 4.7.** Загальний вигляд форми для введення інформації про підприємства



**Рис. 4.8.** Головне вікно системи моніторингу забруднення АП Чернігівської області



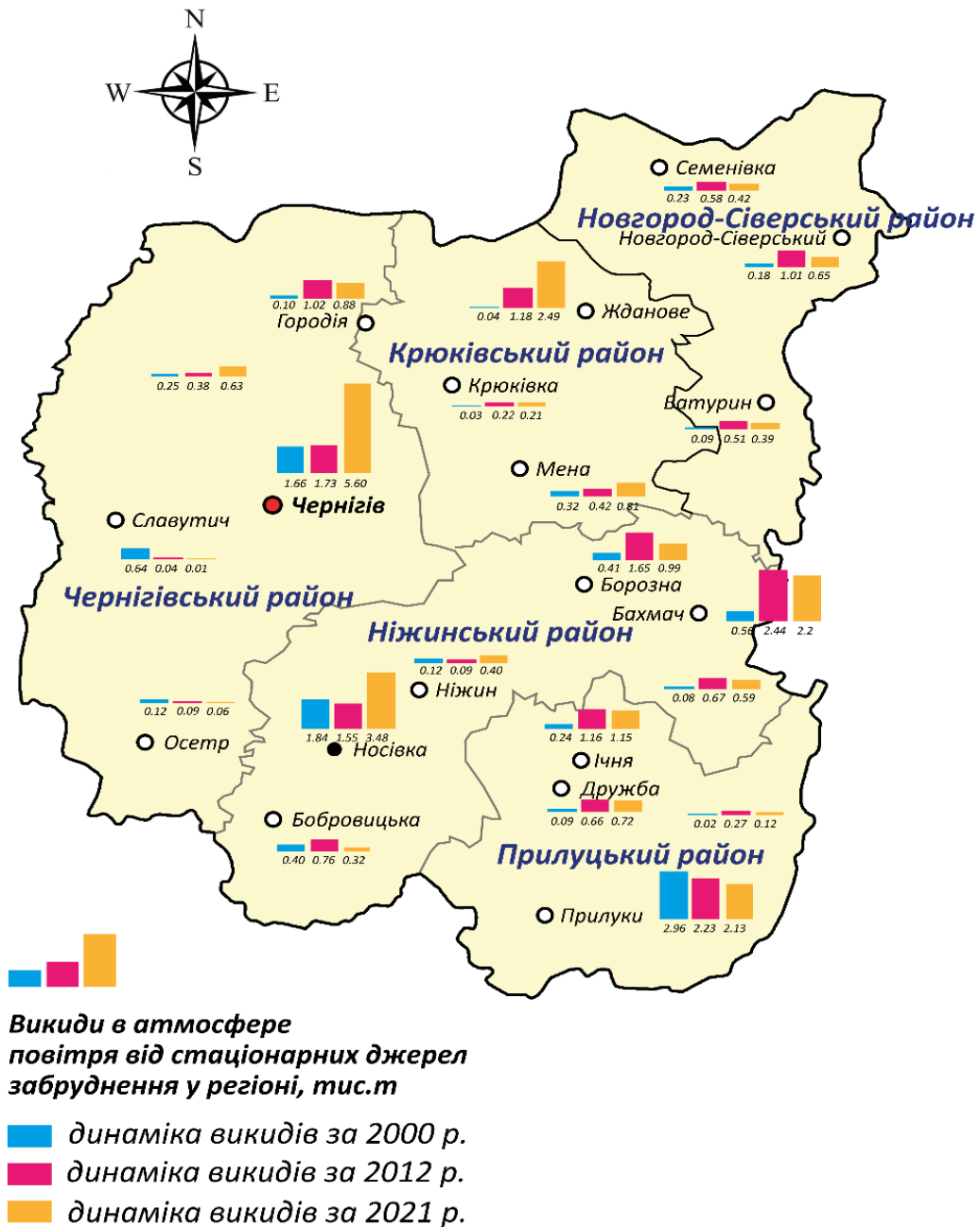
**Рис. 4.9.** Вікно вибору адміністративних районів

**Рис. 4.10.** Вікно відображення забруднення АП підприємствами Чернігівської області

рік	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
підприємство	Кучацький ВУЖЛ					
рідина забруднена	рідина свід.					
рік	маг	Діоксид_сірки	Діоксид_азоту	Оксид_вуглецю	Пересувні_джерела	
2008	0,00	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02
2007	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2006	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01
район	Менський					
підприємство	ВАТ "Бобровицький молокозавод"					
рідина забруднена	рідина свід.					
рік	маг	Діоксид_сірки	Діоксид_азоту	Оксид_вуглецю	Пересувні_джерела	
2008	0,00	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02
2007	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2006	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01
підприємство	ГОВ "Менський с/р" ШВФ "Прометей"					
рідина забруднена	рідина свід.					
рік	маг	Діоксид_сірки	Діоксид_азоту	Оксид_вуглецю	Пересувні_джерела	
2008	0,00	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02
2007	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2006	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01

**Рис. 4.11.** Вікно вибору адміністративних районів

Розроблена і представлена на рис. 4.12 картограма забруднення атмосферного повітря Чернігівської області з діаграмами розподілу показника забруднення за джерелами викидів.



**Рис. 4.12.** Картограма забруднення АП Чернігівської області з діаграмами розподілу показника забруднення за джерелами викидів

При проведенні моніторингу АП обов'язково необхідно враховувати розу вітрів, яка для Чернігівської області представлена на рис. 4.13. На рис. 4.14 представлений розрахунок буферних зон забруднення АП одним із суб'єктів господарської діяльності м. Чернігова.

У процесі розробки і впровадження моніторингу АП з застосуванням ГІТ довелося зіштовхнутися з низкою проблем, які можна структурувати в чотири групи: методологічного і методичного плану; пов'язані з організаційно-

управлінським аспектом; ресурсного забезпечення; пов'язані з інформаційним забезпеченням.

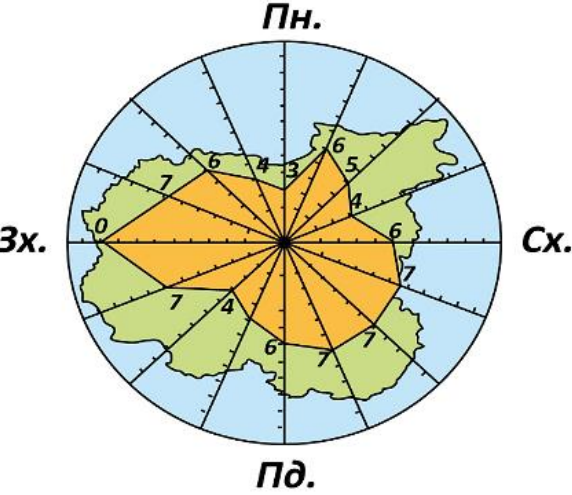


Рис. 4.13. Розподіл напрямку вітру на території Чернігівської області (2017-2021 рр.), %

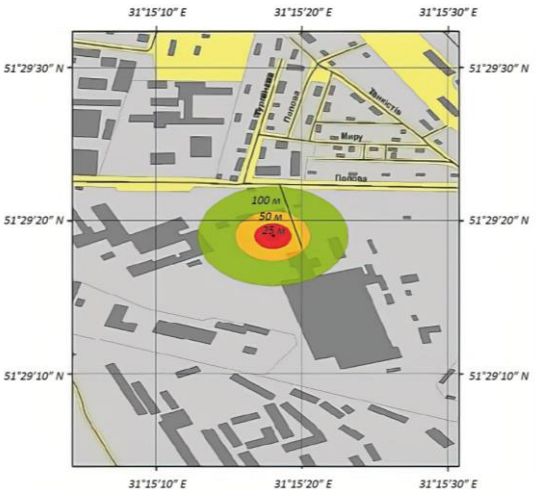


Рис. 4.14. Буферні зони забруднення АП цегельним заводом №3 м. Чернігів

Стан АП в м. Чернігові за моніторинговими дослідженнями проведеними в липні-серпні 2021 року (дослідження максимально разових концентрацій забруднюючих речовин) за  $NO_2$   $мг/м^3$  представлено на рис. 4.15.

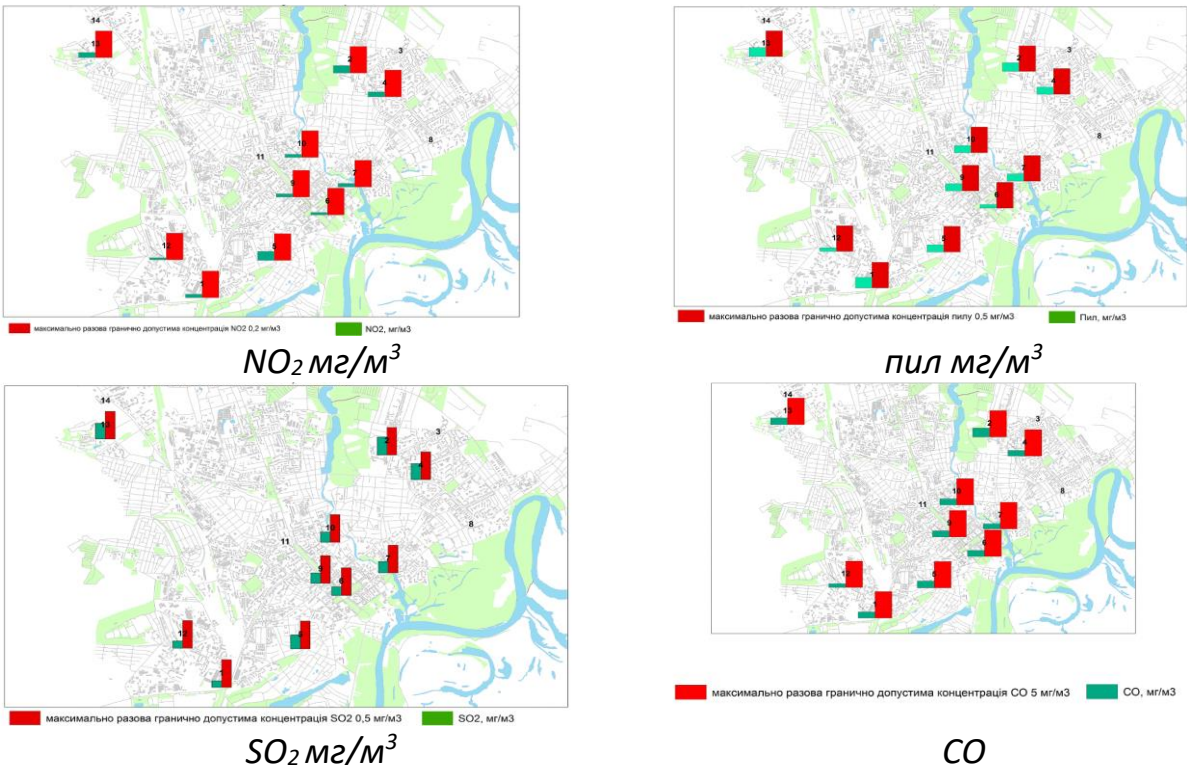


Рис. 4.15. Стан АП в м. Чернігові за моніторинговими дослідженнями проведеними в липні-серпні 2021 року

## ВИСНОВКИ

В дипломній роботі була досліджена динаміка забруднення АП в Чернігівській області, розроблена реляційна база даних забруднювачів АП.

1. Проведений автором аналіз екологічної ситуації в Чернігівській області свідчить, що її на сьогодні не можна вважати задовільною. Рівень техногенного навантаження на НПС постійно підвищується завдяки зростанню кількості автотранспорту та збільшенню викидів від стаціонарних та пересувних джерел.

2. Впровадження ГІС в систему моніторингу АП потребує розробки системних підходів і прийняття нестандартних, обґрунтованих рішень.

3. Створення ГІС розширить можливості існуючої системи моніторингу, дозволить осмислити і виділити головні чинники забруднення а також можливі наслідки забруднень, їх вплив стан здоров'я населення.

4. Геоінформаційні технології надають ідеальне середовище для інтеграції всіх існуючих просторових даних зменшуючи тим самим витрати на дублювання даних, їх актуалізацію тощо.

5. Для ефективного розв'язку задач, що стоять перед сучасною системою моніторингу атмосферного повітря потрібно збирати й аналізувати значні обсяги інформації з високою періодичністю, що в даний час можна виконати тільки з використанням комбінації методів ДДЗ та геоінформаційних технологій.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

*Агишев Р.Р.* Лидарный мониторинг атмосферы (монография). М.: изд. Физматлит, 2009. 316 с.

*Аналітичний звіт «Базове дослідження стану та напрямів розвитку екологічної політики України та перспектив посилення участі організацій громадянського суспільства у розробці та впровадженні політик, дружніх до довкілля» (період: 2018-січень 2019)* [https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2019/12/baseline-research\\_report\\_publishing-dec-2019.pdf](https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2019/12/baseline-research_report_publishing-dec-2019.pdf)

*Ангурець О., Хазан П., Колесникова К.* Управління якістю атмосферного повітря: від концепції до впровадження: Звіт за результатами досліджень / у редакції М. Сороки. Прага-Київ: Arnika, 2021. 52 с.

*Андрієнко Т.* Екологічна мережа Українського Полісся / Андрієнко Т., Оніщенко В., Лукаш О. // Жива Україна. - №8, 1998. - С. 3 – 4.

*Балюк С. А., Медведєв В. В., Воротинцева Л. І., Шимель В.В.* Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. Вісник аграрної науки. Серпень 2017. С. 5. URL: [http://agrovisnyk.com/pdf/ua\\_2017\\_08\\_01.pdf](http://agrovisnyk.com/pdf/ua_2017_08_01.pdf)

*Берлянт А.М.* Геоіконіка. – М.: Фирма «Астрея», 1996.- 208 с.

*Веб-сайт FSC Україна.* URL: [https://ua.fsc.org/ua-ua/pro-nas/global\\_strategy](https://ua.fsc.org/ua-ua/pro-nas/global_strategy)

*Вода близько. Підвищення рівня моря в Україні внаслідок зміни клімату (повний звіт за результатами дослідження) / Голубцов О.Г., Біатов А.П., Селіверстов О.Ю., Садогурська С.С.* Центр екологічних ініціатив «Екодія». URL: [https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2018/11/voda\\_blyzko\\_report\\_full-c.pdf](https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2018/11/voda_blyzko_report_full-c.pdf)

*Водний кодекс України* від 06.06.1995 р. № 213/95-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95>

*Водна стратегія України на період до 2025 року (наукові основи) / за науковою редакцією М. І. Ромашенка, М. А. Хвесика, Ю. О. Михайлова. К., 2015. 46с.* URL: [http://iwpim.com.ua/wp-content/uploads/2015/10/11\\_03\\_2015.pdf](http://iwpim.com.ua/wp-content/uploads/2015/10/11_03_2015.pdf)

*Гавриленко О.П.* Основи екології та безпеки життєдіяльності: Навч. посіб. – К.: Ніка-Центр, 2004. – С. 21-22.

*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області за 2021 р.* – Чернігів, 2022.

*Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року»* від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19>

*Закон України "Про охорону атмосферного повітря"* від 16 жовтня 1992 р. №2707-XII(зі змінами і доповненнями, внесеними Законами України від 28 лютого 1995 р. №875/95-ВР, від 21 червня 2001 р. №2556-III) //ВВР. - №50. – С. 1.

*Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року»* від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19>

*Закон України «Про природно-заповідний фонд України»* від 16.06.1992 р. № 2456-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12>

*Зацерковний В. І.* Геоінформаційні системи в науках про Землю / В.І. Зацерковний, І.В. Тішаєв, І.В. Віршило, В.К. Демидов. – Ніжин,: НДУ ім. М. Гоголя, 2016, 510 с.

*Зацерковний В.І.* Концепція застосування ГІТ в моніторингу повітря Чернігівської області / В.І. Зацерковний, С.В. Кривоберець, Ю.С. Сімакін // [//Сучас. досягнення геодез. науки та вир-ва.](#) - 2011. - Вип. 1. - С. 173-177..

*Звіт з аграрної політики «Вплив кліматичних змін на виробництво пшениці в Україні»* (APD/APR/02/2016) / Д. Мюллер, А. Юнгандреас, Ф. Кох, Ф. Шірхорн. Проект «Німецько-український агрополітичний діалог». Інститут економічних досліджень та політичних консультацій. К., 2016. URL: [https://apd-ukraine.de/images/APD APR 05-2016 impact on wheat ukr fin.pdf](https://apd-ukraine.de/images/APD%20APR%2005-2016%20impact%20on%20wheat%20ukr%20fin.pdf)

*Качество атмосферного воздуха и здоровье.* Основные факты. Информационный бюллетень. Всемирная организация здравоохранения. 02 мая 2018 года. URL: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-)

[qualityand-health](#)

*Кодекс України про надра від 27.07.1994 р. № 132/94-ВР.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-%D0%B2%D1%80>

*Конвенція про охорону біологічного різноманіття (1992).* URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_030/print1361280240144740](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_030/print1361280240144740)

*Лісовий кодекс України від 21.01.1994 р. № 3852-XII.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12?find=1&textED#w112>

*Межерис Р. Лазерное дистанционное зондирование.* М.: Мир, 1987. – 550 с.

*Мінеральні ресурси України: щорічник.* Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України». К., 2018. 270с. URL: [http://geoinf.kiev.ua/M\\_R\\_2018\\_1.pdf](http://geoinf.kiev.ua/M_R_2018_1.pdf)

*Моніторинг якості атмосферного повітря: український та міжнародний досвід.* [Аналітична записка] / Кольцов М., Шевченко Л. — Київ: ГО «Фундація «Відкрите Суспільство», 2018. — 13 с.

*Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2018 році.* Веб-сайт Міністерства екології та природних ресурсів України.

*Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року,* схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 р. № 820-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>

*Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: учебное пособие для вузов.* – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2000. – 320 с.

*Охорона лісу від незаконних рубок (станом на 14.01.2019 р.).* Веб-сайт Державного агентства лісових ресурсів України. URL: [http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art\\_id=118945](http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=118945)

*Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки.* Постанова Верховної Ради України від 5 березня 1998 року N 188/98-ВР  
Електронний ресурс: <https://ips.ligazakon.net/document/F980188?an=42>

*Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату, 1992* (ратифікована Законом України від 29.10.1996 р. № 435/96-ВР). URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_044](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_044)

*Стан підземних вод України: щорічник.* Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України». К., 2018. 121с. URL: [http://geoinf.kiev.ua/wp/wpcontent/uploads/2018/07/2017\\_sajt.pdf](http://geoinf.kiev.ua/wp/wpcontent/uploads/2018/07/2017_sajt.pdf)

*Статистичний збірник «Довкілля України за 2017 рік» /* За ред. О. М. Прокопенко. Державна служба статистики України. К., 2018. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2018/zb/11/zb\\_du2017.pdf](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/11/zb_du2017.pdf)

*Стратегія удосконалення механізму управління в сфері використання та охорони земель сільськогосподарського призначення державної власності та розпорядження ними, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 07.06.2017 р. № 413.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/413-2017-%D0%BF#n12>

*Що треба знати про пестициди.* Державна установа «Полтавський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». URL: <http://cdc.poltava.ua/derzhsanepidemsluzhba/news/221-shcho-treba-znaty-pro-pestytsydy.html>

*Управління відходами.* Веб-сайт Міністерства екології та природних ресурсів України. URL: <https://menr.gov.ua/timeline/Vidhodi-ta-nebezpechni-rechovini.html>

*TAR Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Annex B: Glossary of Terms.* URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar3/wg2/>

R. Agishev, A. Comerón, A. Rodriguez et al. Dimensionless parameterization of LIDAR for laser remote sensing of the atmosphere and its application to systems with SiPM and PMT detectors / Applied Optics, 2014, vol.