

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА**

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
бакалавра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему

*Екологічний стан навколишнього середовища Зміївської громади і
заходи його поліпшення*

Виконала: студент 4 курсу, групи Еко 2022-1
спеціальності 101 Екологія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Суховій О.А.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник д.геол.н., проф.Яковлев В.В.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Ємельянов С.П.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

м. Харків – 2026 рік

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

Інститут, факультет ННІ будівництва, землеустрою та цивільної інженерії

Кафедра Інженерної екології міст

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Галузь знань 10 Природничі науки
(шифр і назва)

Спеціальність 101 Екологія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д.геол.н., проф. Удалов І. В.

“16” червня 2026 року

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу бакалавра студента

Суховій Олени Анатоліївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Екологічний стан навколишнього середовища Зміївської громади і заходи його поліпшення
- керівник проєкту (роботи) Яковлев В.В., докт. геол. наук, професор,
затверджена наказом Університету від “22” травня 2026 р. № 441-03
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 24.06.2026
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) результати власних натурних досліджень, інформація з відкритих джерел, відкриті дані статистичної звітності
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Проведення географічного опису місцевості. Розгляд кліматичних умов дослідженої території. Опис стану Зміївської територіальної громади. Визначення основних проблем Зміївської територіальної громади. Підбір заходів щодо поліпшення стану довкілля Зміївської територіальної громади.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Презентація – 15 слайдів

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: 25.05.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Огляд літературних джерел	01.10.2025 -16.12.2025	
2.	Опанування потрібними методами досліджень	17.12.2025 – 29.01.2026	
3.	Оцінка стану довкілля громади	30.01.2026 – 21.02.2026	
4.	Аналіз перспективних заходів щодо поліпшення стану довкілля	22.02.2026 – 20.03.2026	
5.	Аналіз отриманих результатів	21.03.2026 – 29.04.2026	
6.	Підготовка пояснювальної записки	30.04.2026– 30.05.2026	

Студент



(підпис)

Суховій О.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)



(підпис)

Яковлєв В.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 82 с., 10 табл., 15 рис., 57 джерел.

ЗМІЙВСЬКА ТЕРИТОРІАЛЬНА ГРОМАДА, ДОВКІЛЛЯ, ВОДНІ РЕСУРСИ, ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ, АТМОСФЕРА, ЗАБРУДНЕННЯ

Об'єкт дослідження – територія Зміївської територіальної громади.

Мета роботи — дослідження основних компонентів довкілля на території Зміївської територіальної громади та рекомендацій щодо можливих заходів для поліпшення стану довкілля у межах даної громади.

У межах кваліфікаційної роботи здійснено комплексний аналіз екологічного стану Зміївської міської територіальної громади за останні роки з урахуванням ключових чинників антропогенного та техногенного впливу.

Проведена оцінка гідроекологічного стану, а саме проаналізовано структуру водоспоживання, ідентифіковано провідні джерела забруднення поверхневих і підземних вод, а також детерміновано головні екологічні проблеми водних ресурсів громади.

Було проведено моніторинг атмосферного повітря та виявлено ключові фактори і джерела емісії забруднюючих речовин, що зумовлюють деградацію якості повітряного басейну в межах територіальної громади.

Проведено аналіз стану земельного фонду та досліджено специфіку землекористування регіону, встановлено основні деструктивні процеси у ґрунтовому покриві та чинники його хімічного й механічного забруднення.

На основі отриманих аналітичних даних обґрунтовано та сформульовано комплекс практичних рекомендацій, спрямованих на мінімізацію екологічних ризиків, оптимізацію природокористування та покращення загальної якості довкілля на території громади.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ	9
1.1. Особливості фізико-географічних умов.....	9
1.2. Клімат.....	11
1.3. Ґрунти.....	13
1.4. Водні ресурси.....	16
1.5. Флора і фауна.....	17
1.6. Населення громади.....	24
1.7. Промисловість громади.....	29
1.8. Транспорт.....	33
РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА СТАНУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	35
2.1. Водні ресурси громади.....	35
2.2. Рівень забруднення та основні джерела забруднення вод.....	43
2.3. Заходи щодо покращення стану водних ресурсів.....	45
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА СТАНУ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	47
3.1. Викиди в атмосферне повітря на території громади.....	47
3.2. Склад речовин, які забруднюють повітря.....	55
3.3. Якість атмосферного повітря в населених пунктах громади.....	57
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТІВ.....	61
4.1. Структура та стан земель регіону.....	61
4.2. Ґрунти.....	63
4.3. Деградація земель.....	65
РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ЗОН САНІТАРНОЇ ОХОРОНИ ВОДОЗАБОРІВ ПІТНИХ ВОД.....	69
РЕКОМЕНДАЦІЇ	71
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	77

ВСТУП

Актуальність теми. Зміївська міська територіальна громада Харківської області характеризується складною просторовою структурою, де високий природно-ресурсний потенціал та унікальні ландшафтні комплекси поєднуються зі значним антропогенним навантаженням. Екологічний стан території ТГ формується під довготривалим впливом промислового виробництва, інтенсивного аграрного сектору та розвиненої транспортної інфраструктури. Наслідком такої поліструктурної господарської діяльності є прогресуюча деградація компонентів довкілля, акумуляція екологічних ризиків та потенційна загроза для здоров'я населення регіону.

За сучасних умов забезпечення сталого розвитку територіальних громад потребує впровадження системного підходу до моніторингу довкілля. Для Зміївської громади, яка декларує курс на збалансований соціально-економічний розвиток, проведення комплексної екологічної оцінки є критично необхідним інструментом для обґрунтування управлінських рішень та мінімізації техногенного тиску на біосферу».

Комплексне оцінювання стану навколишнього природного середовища виступає фундаментальним базисом для детермінації пріоритетів екологічної політики та обґрунтування стратегічних напрямів раціонального природокористування. Застосування цього інструментарію дозволяє диференціювати найбільш вразливі компоненти екосистем, кількісно та якісно верифікувати рівень антропогенного навантаження, а також локалізувати ключові джерела емісії поллютантів. У кінцевому підсумку це забезпечує наукову основу для розроблення превентивних заходів та управлінських рішень, спрямованих на мінімізацію деструктивного техногенного тиску на біосферу.

Мета та завдання дослідження. Метою даної дипломної роботи є комплексна оцінка екологічного стану довкілля на території Зміївської територіальної громади та розробка рекомендацій щодо його поліпшення.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати та охарактеризувати фізико-географічні умови й природно-ресурсний потенціал Зміївської територіальної громади в контексті їхнього впливу на формування екологічної ситуації.
2. Дослідити структуру та специфіку антропогенної діяльності на території громади та визначити характер її техногенного навантаження на довкілля. ти основні види антропогенної діяльності на території громади та їх вплив на навколишнє середовище.
3. Здійснити комплексну оцінку сучасного екологічного стану складників біосфери (атмосферного повітря, поверхневих і підземних водних ресурсів, ґрунтового покриву, а також біотичного різноманіття) в межах досліджуваного регіону.
4. Ідентифікувати ключові джерела екологічної небезпеки та кількісно (чи якісно) оцінити рівень їхнього деструктивного впливу на навколишнє природне середовище.
5. Обґрунтувати та розробити комплекс науково-практичних рекомендацій щодо мінімізації антропогенного тиску, оптимізації природокористування та підвищення рівня екологічної безпеки Зміївської громади.

Об'єктом дослідження є територія Зміївської територіальної громади.

Предметом дослідження є екологічний стан навколишнього середовища Зміївської територіальної громади.

У роботі використані такі методи дослідження:

- теоретико-методологічні методи: системний та порівняльно-аналітичний аналіз профільної наукової літератури, нормативно-правової бази та законодавчих актів України у сфері раціонального природокористування й охорони довкілля;

- емпіричні методи: статистично-пошуковий метод (збір та критичний аналіз офіційної статистичної звітності щодо екологічного стану регіону); натурні (польові) дослідження, що включали безпосередній відбір

проб атмосферного повітря, компонентів гідросфери (поверхневих і підземних вод) та едафотопу (грунтового покриву);

- Методи обробки, візуалізації та моделювання даних: математико-статистичні методи для математичної обробки результатів вимірювань.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у:

- здійснено комплексну оцінку екологічного стану складників біосфери, що дозволило врахувати сучасні тенденції трансформації ландшафтів під впливом синергетичного (поєднаного) ефекту природних та антропогенних чинників;

- удосконалено підходи до ранжування та картографування ключових джерел екологічного стану в межах регіону деталізовано просторово-часові масштаби їхнього деструктивного впливу на якісні параметри атмосферного повітря, гідро- та едафотопу (грунтів);

- розроблено комплекс рекомендацій, які інтегрують заходи з мінімізації техногенного навантаження із принципами раціонального (збалансованого) природокористування в умовах сучасних викликів.

Практичне значення одержаних результатів. Результати дипломної роботи можуть бути використані органами місцевого самоврядування, підприємствами, громадськими організаціями та іншими зацікавленими сторонами для:

- стратегічного планування регіонального розвитку Зміївської громади;

- оптимізації управлінських рішень та раціонального використання природних ресурсів;

- розробка природоохоронних заходів та підвищенні екологічної безпеки;

- екологічної просвіти та громадського моніторингу.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Особливості фізико-географічних умов

Зміївська міська територіальна громада локалізована у південній частині Харківської області. Географічний центр досліджуваного регіону (адміністративний центр — м. Зміїв) визначається координатами 49°39' пн. ш. та 36°21' сх. д. (приблизно 49.658° пн. ш., 36.364° сх. д.). Загальна площа території територіальної громади становить близько 850 км², а її просторово-адміністративна структура представлена містом Зміїв та прилеглими сільськими населеними пунктами (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Зміївська громада

Геоморфологічні особливості території. Рельєф Зміївської територіальної громади має переважно рівнинний характер, що повністю узгоджується з її розташуванням у межах Лісостепової фізико-географічної зони України. Гіпсометричні відмітки на території ТГ коливаються в діапазоні

від 100 до 150 метрів над рівнем моря.

Макрорельєф громади характеризується помірним вертикальним та горизонтальним розчленуванням. Найвищі абсолютні відмітки приурочені до центральної частини регіону, яка представлена вододільними плато та ерозійно-денудаційними підвищеннями. Натомість мінімальні рівні висот фіксуються в межах акумулятивних низовин, геоморфологічно пов'язаних із річковими долинами. Загалом морфоструктурний план території визначається чергуванням широких пологих долин, межирічних просторів та локальних підвищень (рис 1.2).

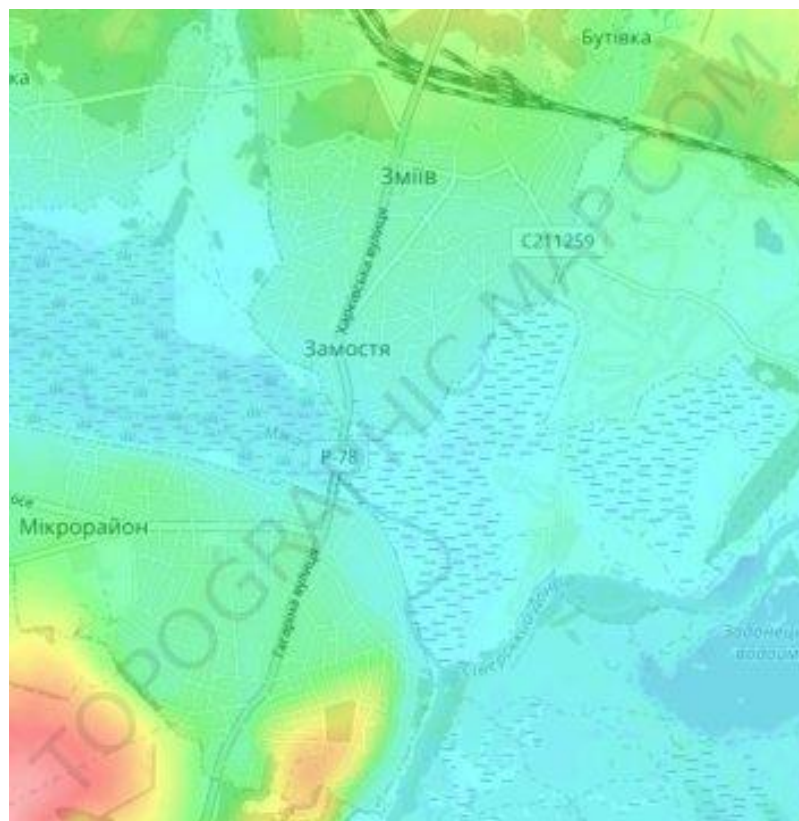


Рисунок 1.2 – Рельєф і топографія

Гідрографічна мережа та водні ресурси. Головною водною артерією Зміївської територіальної громади є річка Сіверський Донець — одна з найбільших транзитних річок східного регіону України. Протяжність її русла в межах дослідної території становить близько 50 км. Морфометричні параметри річки характеризуються шириною русла в діапазоні 30–80 м та максимальними глибинами до 5 м [1].

Гідрографічна інфраструктура територіальної громади також включає розгалужену мережу малих річок та струмків, які є притоками Сіверського Дінця і забезпечують природний дренаж території. Зарегульованість стоку представлена низкою ставків та штучних водойм локального значення. Ці гідротехнічні об'єкти виконують важливу еколого-економічну функцію, забезпечуючи потреби штучного зрошення, товарного рибництва, а також формуючи рекреаційний потенціал громади.

Геолого-літологічна матриця Зміївської громади сформована осадовими комплексами неоген-четвертинного віку. Верхній стратиграфічний ярус складений четвертинними алювіальними, делювіальними та лесовими утвореннями, представленими суглинками, пісками та глинами. Неогеновий горизонт представлений переважно теригенними породами — глинистими та піщано-пісковиковими фракціями. Згадані геологічні умови визначають характер поширення корисних копалин: у межах ТГ наявні промислові поклади нерудної сировини (піски, глини), що активно експлуатуються для забезпечення потреб будівельної індустрії регіону [2]. Найбільш цінною корисною копаленою є підземні води, які широко використовуються для водопостачання. Розвідані запаси прісних підземних вод питної якості знаходяться у добре захищеному від техногенного забруднення водоносному комплексі альб-сеноманських відкладів верхньої крейди.

1.2 Клімат

Територія Зміївської міської територіальної громади розташована в межах помірно-континентальної кліматичної зони, що характеризується помірно холодною зимою та теплим (іноді посушливим) літом. Формування локальних кліматичних умов зумовлене інтегральною взаємодією трьох провідних факторів: динамікою припливу сонячної радіації, особливостями циркуляції атмосферних мас та характером підстилаючої поверхні. На клімат ТГ також суттєво впливає її значна віддаленість від макроводних просторів (атлантичний та морські басейни) та рівнинний характер рельєфу, що сприяє

вільному проникненню повітряних мас різного генезису [3].

Річний режим температури повітря чітко демонструє ознаки континентальності:

- Середньорічна температура повітря в межах громади становить $+7^{\circ}\text{C}$.
- Екстремальні амплітуди температурних показників протягом багаторічних спостережень можуть досягати 80°C (від -40°C узимку до $+40^{\circ}\text{C}$ у літній період).
- Баричний та температурний мінімум приурочений до січня (середня температура місяця становить -7°C), а максимум фіксується у липні (середня позначка $+19^{\circ}\text{C}$).

У регіональному контексті спостерігається тенденція до градієнтного підвищення середніх температур у напрямку з північного сходу (найбільш прохолодний сектор області) на південний схід (найтепліший сектор), проте в межах безпосередньо Зміївської ТГ ці розбіжності є мінімальними.

Режим зволоження та вітровий режим. За рівнем зволоження територія громади належить до зони з достатнім (стабільним) коефіцієнтом зволоження. Середньорічна сума атмосферних опадів становить у середньому від 450 до 600 мм. Розподіл опадів протягом року має чітко виражену сезонну нерівномірність:

- Максимум опадів припадає на літній період (зокрема на липень — 70–75 мм), переважно у вигляді злив.
- Мінімум опадів спостерігається у лютому (25–30 мм).
- Холодний період характеризується переважанням твердих опадів (сніг, снігова крупа), хоча в умовах сучасних кліматичних тенденцій почастишали випадки випадіння рідких опадів (дощів) під час зимових відлиг. Сталий сніговий покрив зазвичай формується в першій декаді грудня і зберігається до кінця лютого — початку березня.

Середньорічна швидкість вітру в регіоні становить 2,7 м/с, проте цей показник має значну внутрішньорічну та сезонну дискретність, демонструючи

вищі значення у перехідні (весняно-осінні) сезони.

Кліматичний потенціал та екологічні ризики. Кліматичні ресурси виступають базовим лімітуючим та стимулюючим чинником, що визначає специфіку життєдіяльності населення, а також структуру, просторову організацію та ефективність агрокліматичного та промислового секторів господарства ТГ. Навіть мінімальні флуктуації кліматичних параметрів на тлі існуючого антропогенного навантаження здатні спровокувати суттєві еколого-економічні збитки, що зумовлює необхідність їхнього постійного моніторингу та пролонгованого прогнозування.

Найбільш виражений вплив кліматичного фактора на соціоекологічну систему громади реалізується через біотропну дію погоди на організм людини, яка визначається синергетичним ефектом таких елементів:

1. Геофізичний комплекс: тривалість світлового дня (залежна від географічної широти), рівень прозорості атмосфери, щільність припливу сумарної сонячної та ультрафіолетової радіації.

2. Метеорологічний комплекс: температурно-вологісний режим повітряного басейну, динаміка атмосферного тиску, хмарність та швидкість вітрових потоків.

Загалом, Зміївська територіальна громада володіє високим та збалансованим потенціалом кліматичних ресурсів. Регіон у достатній мірі забезпечений сонячною інсоляцією (як джерелом теплової та світлової енергії для природних і штучних фітоценозів), відновлюваною енергією вітру, а також обсягами атмосферних опадів, необхідних для стабільного функціонування природно-господарського комплексу [4].

1.3 Ґрунти

Ґрунтовий покрив Зміївської ТГ представлений переважно високородючими автоморфними та напівгідроморфними типами. Зональними для більшої частини території є чорноземи звичайні та вилужені з високим вмістом гумусу. Азональні лучно-чорноземні ґрунти приурочені до долинної

мережі й відзначаються підвищеним зволоженням та середньою гумусованістю. На ділянках зі значними похилами поверхні фіксуються еродовані ґрунтові відміни, що суттєво підвищує ризики деградації земель під дією антропогенного чинника (рис.1.3).

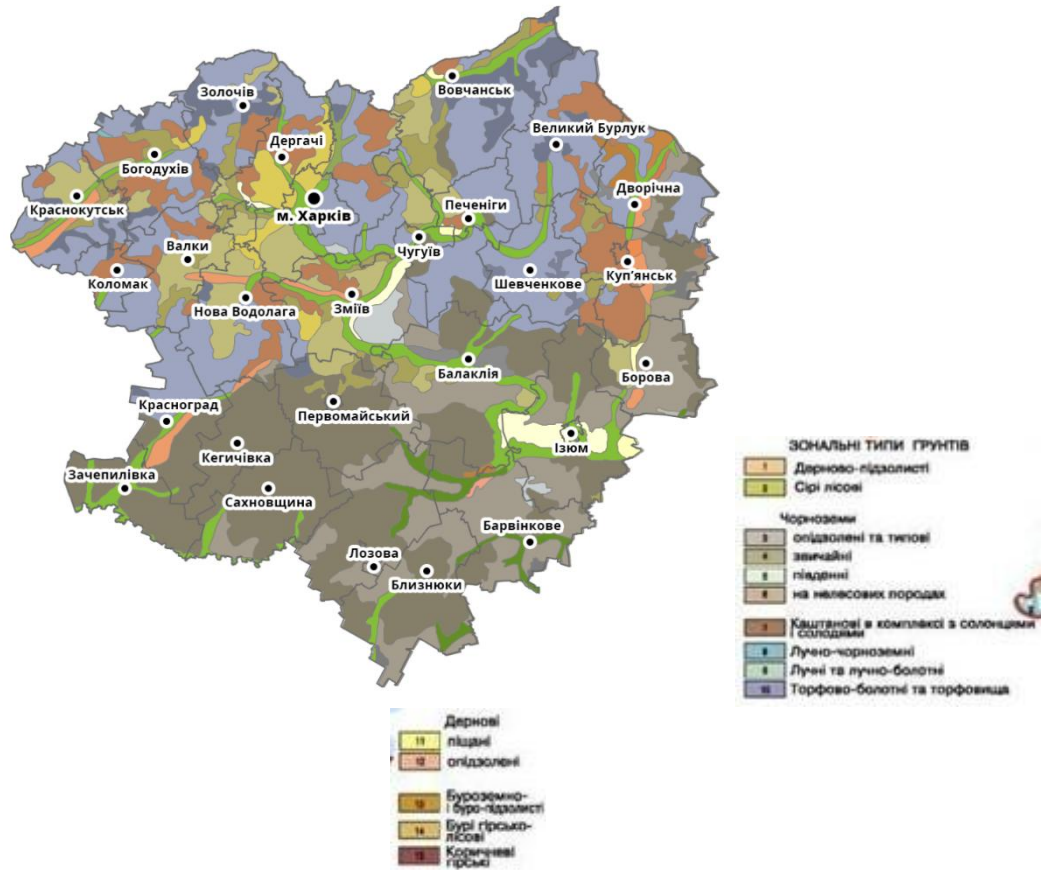


Рисунок 1.3 – Карта ґрунтового покриття

Ґрунтовий покрив Харківської області та досліджуваної території ТГ сформувався на лесових відкладах під впливом степової та лісостепової рослинності. Провідне місце в генетичній структурі педосфери належить різним підтипам чорноземів, просторовий розподіл яких підпорядкований законам широтної та вертикальної зональності.

- Чорноземи звичайні (44,85% площі області): домінуючий підтип, поширений переважно в межах Степової зони (Дніпровсько-Донецька, Донецька та Задонецька провінції). Їх генезис пов'язаний із лесовими породами під колишньою природною різнотравно-ковилово-типчаковою

рослинністю. Вони характеризуються середньою гумусованістю із потужністю профілю елювіального горизонту до 50 см.

- Чорноземи типові (38,24% площі області): локалізовані у північній (лісостеповій) частині регіону, зокрема в межах східного сектора Лівобережної провінції. Мають найвищий потенціал природної родючості; потужність гумусового профілю досягає 110–120 см (із глибиною гумусово-аккумулятивної ланки до 50 см). Профільний розподіл органічної речовини має регресивний характер — від 6,5% у верхньому шарі до 3,0% у нижній частині горизонту.

- Чорноземи опідзолені (10,81% площі області): приурочені переважно до правобережних терас річкових систем Лісостепу. Формувалися на карбонатних, добре дренованих лесових відкладах під розрідженими широколистяними (дубовими) та хвойно-широколистяними лісовими масивами. Процеси опідзолення зумовили інтенсивну міграцію ґрунтових колоїдів, що сформувало специфічний профіль, який поєднує ознаки чорноземного та підзолистого типів із вмістом гумусу на рівні 3,5–5,0%.

- Чорноземи реградовані: поширені дифузно по всій лісостеповій зоні. Представляють собою вторинно відновлені ґрунти, генезис яких трансформований внаслідок зміни рослинного покриву та гідрологічного режиму під впливом антропогенної діяльності. Мають вміст гумусу 3,5–5,0% та вищі показники бонітету порівняно з опідзоленими аналогами.

- Чорноземи звичайні залишково-солонцюваті: мають мозаїчне (осередкове) поширення, приурочене до локальних депресій рельєфу (зокрема, в районі озера Лиман) та низьких заплавних терас річок. Сформовані на лесових породах, відзначаються ілювіальним ущільненням перехідного горизонту, погіршеним водно-повітряним режимом та зниженим вмістом гумусу (3,7–4,5%).

Також в межах регіону та громади фіксуються азональні та напівгідроморфні типи ґрунтів: лучно-чорноземні, сірі лісові, а також дерново-підзолисті, кожен з яких відзначається специфічними мікрокліматичними та літологічними умовами формування [5].

1.4 Водні ресурси

Гідрографічна мережа Зміївської міської територіальної громади представлена поверхневими водотоками, природними та штучними водоймами (ставками, водосховищами), які виконують ключові екологічні, рекреаційні та господарсько-побутові функції.

Головним водним ресурсом досліджуваного регіону є річка Сіверський Донець (басейн Дону), яка протікає територією громади протягом кількох десятків кілометрів. Водотік виступає базовим елементом регіональної гідросистеми та відіграє стратегічне значення у забезпеченні централізованого і технічного водопостачання, а також акумулює ресурси для потреб зрошувального землеробства та агропромислового комплексу. Окрім головного русла, гідрографічний вузол громади інтегрує розгалужену мережу штучних водойм — ставків та малих водосховищ. Зазначені об'єкти задіяні у:

- системі децентралізованого технічного водозабезпечення;
- товарному рибництві та аквакультурі (основними промисловими та аматорськими видами іхтіофауни є короп (*Cyprinus carpio*), карась (*Carassius*), щука (*Esox lucius*), окунь (*Perca fluviatilis*));
- стаціонарній та короткочасній рекреації населення.

З екологічної точки зору водні об'єкти Зміївщини є біоцентрами місцевого значення, що забезпечують:

1. Підтримання біорізноманіття - формування стійких гідрофільних та прибережно-водних екотопів для функціонування раритетної флори і фауни.
2. Кліматорегулювальну функцію - оптимізація мікрокліматичних показників приземного шару атмосфери та регулювання рівнів ґрунтових вод.
3. Гідрологічний баланс - дренавання території та участь у природних циклах самоочищення ландшафтів.

В межах реалізації концепції сталого розвитку на території громади впроваджується комплекс екологічних заходів, спрямованих на раціоналізацію водокористування. Особлива увага приділяється модернізації комплексів очищення зворотних (стічних) вод, превентивному моніторингу дифузного

забруднення з боку сільськогосподарських угідь, а також ревіталізації та екологічному відновленню деградованих ділянок малих водойм. Це мінімізує антропогенний пресинг на басейн Сіверського Дінця та гарантує збереження належного екологічного статусу водних екосистем у довгостроковій перспективі [6].

1.5 Флора і фауна

Згідно з геоботанічним типізуванням території України, Зміївська міська територіальна громада розташована в межах Лісостепової зони, що зумовлює високий рівень біотопічного та флористичного різноманіття. Сучасний рослинний покрив досліджуваного регіону представлений мозаїчним комплексом широколистяних лісів, фрагментами лучних степів, справжніми та заболоченими луками, а також гідрофільними водно-болотними угрупованнями.

Провідне місце у структурі лісового фонду громади посідають широколистяні лісові масиви, серед яких домінантними є діброви (дубові ліси). Дані фітоценози характеризуються чітко вираженою вертикальною ярусністю та стійкою видовою структурою:

- Перший ярус (деревостан / мезофанерофіти): Формують високостовбурні насадження клімаксових та субклімаксових видів. Головною лісоутворювальною породою виступає дуб звичайний (*Quercus robur L.*). Субдомінантами та супутніми видами першого і другого підярусів є липа серцелиста (*Tilia cordata Mill.*) та клен гостролистий (*Acer platanoides L.*).
- Підлісок (чагарниковий ярус мікрофанерофіти): Характеризується середнім та високим ступенем зімкнутості крони. Стабільними компонентами цього ярусу є ліщина звичайна (*Corylus avellana L.*), крушина ламка (*Frangula alnus Mill.*) та калина звичайна (*Viburnum opulus L.*).

Зазначені рослинні угруповання виконують важливі середовищеутворювальні, ґрунтоохоронні, водорегулювальні та кліматичні функції, виступаючи каркасом екологічної мережі Зміївщини (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Дубові ліси

Формування нижніх ярусів широколистяних лісів (дібров) Зміївської територіальної громади зумовлене специфікою світлового режиму під наметом панівного деревостану, де едифікатором виступає дуб звичайний (*Quercus robur* L.) за участю липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.) та клена гостролистого (*Acer platanoides* L.).

Чагарниковий ярус (мікрофанерофіти) у досліджуваних фітоценозах характеризується нерівномірною щільністю та високим рівнем видового різноманіття. Оптимальні умови зволоження та ґрунтового живлення сприяють масовому розвитку таких видів:

- Ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.) — виступає субдомінантом чагарникового ярусу, формуючи густі локальні куртини.
- Крушина ламка (*Frangula alnus* Mill.) та калина звичайна (*Viburnum opulus* L.) — є постійними асокомпаніон-видами (супутниками), що тяжіють до більш зволжених екоотопів та лісових галявин. Зазначені чагарники відіграють суттєву роль у трофічних ланцюгах лісової біоти як кормова база для орнітофауни та мають виражений фітотерапевтичний потенціал.

Трав'янистий покрив дібров характеризується вираженою сезонною динамікою (синузіальною структурою) та представлений переважно ценозами дібровного широкотрав'я (неморальними елементами):

- Ранньовесняні ефемероїди та ранньоквітучі багаторічники: репрезентовані медункою темною (*Pulmonaria obscura Dumort.*), яка бере активну участь у весняному аспекті лісу.
- Тіньовитривалі мезофіти: у літній період домінантне положення займає конвалія травнева (*Convallaria majalis L.*), що утворює суцільні вегетативні коври на ділянках із помірним антропогенним навантаженням.
- Спорові рослини: у затінених та зволжених мікропониженнях рельєфу поширений щитник чоловічий (*Dryopteris filix-mas (L.) Schott*), який формує специфічні папоротеві мікрогрупування.

Описані лісові фітосистеми Зміївщини виконують комплексні біосферні функції: кисневиробничу, водоохоронну, протиерозійну та кліматостабілізуючу. Вони виступають ключовими резерватами автохтонного генофонду флори Лісостепу. З огляду на високу вразливість трав'яного покриву до витоптування та рекреаційної дигресії, діброви громади потребують суворого моніторингу, оптимізації лісогосподарських заходів та розширення площ об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ) для збереження їхнього природного стану.

Псамофітні комплекси та автоморфні піщані тераси вододілів обумовлюють формування соснових лісів (боров), де домінуючим та лісоутворювальним видом є сосна звичайна (*Pinus sylvestris L.*). Цей ксерофітний оліготроф характеризується високою екологічною пластичністю щодо едафічних чинників, що забезпечує стабільність біогеоценозів на збіднених субстратах.

Чагарничково-трав'яний ярус цих лісів має оліготрофний характер. Основними компонентами виступають вічнозелений кущикок брусниця (*Vaccinium vitis-idaea L.*) та верес звичайний (*Calluna vulgaris (L.) Hull*), який на відкритих дюнах формує суцільні вересові синузії. Окрім високого екологічного статусу, бори мають вагоме фітонцидне та рекреаційно-оздоровче значення. На екотонах між дібровами та борами зосереджені мішані лісові угруповання. Їхній полідомінантний деревостан

інтегрує *Quercus robur* L., *Pinus sylvestris* L., а також дрібнолисті породи експлерентного типу — березу повислу (*Betula pendula* Roth) та осику (*Populus tremula* L.).

Фрагменти різнотравно-злакових степів приурочені до плакорних ділянок та схилів балок. Ксерофітну основу травостою складають щільнокущові злаки: ковила (*Stipa* spp.), типчак (*Festuca valesiaca* Gaudin) та тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.). У складі різнотрав'я превалюють мезоксерофіти: шавлія лучна (*Salvia pratensis* L.), деревій звичайний (*Achillea millefolium* L.) та буркун лікарський (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.) [7].

Заплавні луки диференційовані вздовж русел та притересних понижень. Мезофітні та гігрофітні угруповання репрезентовані мітлицею повзучою (*Agrostis stolonifera* L.), валеріаною лікарською (*Valeriana officinalis* L.), а також полідомінантними ценозами за участю осок (*Carex* spp.), ситників (*Juncus* spp.) та рогозів (*Typha* spp.).

Макрофітна рослинність низинних боліт та прибережних смуг водойм представлена повітряно-водними гелофітами: очеретом звичайним (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), рогозом широколистим (*Typha latifolia* L.) та ситнягом (*Eleocharis* spp.). Справжня водна рослинність (гідрофіти) представлена гідробасейновими синюзіями латаття білого (*Nymphaea alba* L.) та ряски малої (*Lemna minor* L.).

Тваринний світ Зміївської ТГ характеризується значним видовим багатством завдяки високому мозаїцизму та репрезентативності екологічних ніш.

- Хижі (Carnivora): Провідні трофічні рівні займають лисиця звичайна (*Vulpes vulpes* L.), вовк (*Canis lupus* L.) та борсук європейський (*Meles meles* L.). У лісових біотопах стабільними компонентами є куниця лісова (*Martes martes* L.) та ласка (*Mustela nivalis* L.).

- Травоїдні та гризуни: Оцінка угруповань дендрофільних та степових фітофагів фіксує щільні популяції зайця-русака (*Lepus europaeus* Pallas) та козулі європейської (*Capreolus capreolus* L.). Консорційні зв'язки

трав'янистих біотопів підтримуються дрібними гризунами, зокрема полівкою звичайною (*Microtus arvalis Pallas*) та ховрахами (*Spermophilus spp.*).

Орнітофауна структурована за основними екологічними групами:

- Лісовий комплекс: репрезентований совою сірою (*Strix aluco L.*), дятлом звичайним (*Dendrocopos major L.*), синицею великою (*Parus major L.*), сойкою (*Garrulus glandarius L.*) та хижаком-орнітофагом — яструбом малим (*Accipiter nisus L.*).
- Лучно-степовий комплекс: Жайворонок польовий (*Alauda arvensis L.*), куріпка сіра (*Perdix perdix L.*), деркач (*Crex crex L.*).
- Водно-болотний комплекс: Акумулює значні гніздові та міграційні пули, де ключовими видами є крижень (*Anas platyrhynchos L.*) та лебідь-шипун (*Cygnus olor Gmelin*).

Герпето- та батрахофауна:

- Рептилії (Reptilia): Поширені ящірка живородна (*Zootoca vivipara Lichtenstein*), вуж звичайний (*Natrix natrix L.*), а на ксерофітних відкритих стаціях — гадюка звичайна (*Vipera berus L.*).
- Амфібії (Amphibia): Представлені жабою трав'яною (*Rana temporaria L.*), ропухою зеленою (*Bufo viridis Laurenti*) та хвостатими земноводними — тритонами (*Triturus spp.*).

Іхтіофауна:

Гідромережу громади (зокрема р. Сіверський Донець) населяють реофільні та лімнофільні комплекси риб: щука (*Esox lucius L.*), карась сріблястий (*Carassius gibelio Bloch*), окунь річковий (*Perca fluviatilis L.*), лящ (*Abramis brama L.*) та плітка звичайна (*Rutilus rutilus L.*).

У зв'язку з високим антропогенним пресингом на лісостепові ландшафти, особливу наукову та практичну значущість має моніторинг локалітетів раритетної біоти. До Червоної книги України занесені такі види:

- Флора: ковила Лессінга (*Stipa lessingiana Trin. & Rupr.*).
- Такі види, як латаття біле (*Nymphaea alba L.*) (рис. 1.5) та півники болотяні (*Iris pseudacorus L.*), згідно з діючими загальнодержавними списками,



Рисунок 1.5 – Ковила Лессінга

частіше підлягають охороні на регіональному рівні (Офіційний перелік регіонально рідкісних рослин Харківської області), що потребує врахування при розробці заходів екологічного менеджменту території [8].

Тварини: кажан двоколовий (*Vespertilio murinus*), орлан-білохвіст (*Haliaeetus albicilla*), тритон гребінчастий (*Triturus cristatus*) (рис 1.6).



Рисунок 1.6 – Орлан-білохвіст

Сучасний стан флористичного та фауністичного комплексів Зміївської міської територіальної громади зазнає суттєвого деструктивного впливу внаслідок інтенсивного природокористування. Головними екологічними деструкторами та загрозами для стабільності місцевої біоти є:

- Фрагментація та деградація природних екотопів: трансформація лісових і степових ландшафтів через розораність земель, нерегульований випас худоби та рекреаційну дигресію.
- Гідрохімічний пресинг: хронічне забруднення гідромережі (насамперед басейну р. Сіверський Донець) скидами недостатньо очищених комунально-побутових і промислових зворотних вод, а також дифузним зливом пестицидів та агрохімікатів із прилеглих агроценозів.
- Пряме вилучення біоресурсів: прояви браконьєрства, неконтрольований збір ранньоквітучих ефемероїдів та порушення умов «сезону тиші».
- Кліматичні флуктуації: аридизація клімату, що призводить до деградації водно-болотних угідь та сукцесійних змін лісових фітоценозів (зокрема, всихання дібров).

З метою нівелювання негативних тенденцій, оптимізації екологічного балансу та забезпечення сталого розвитку громади розроблено комплекс інтегрованих природоохоронних заходів, диференційованих за кількома напрямками.

Обґрунтування комплексу природоохоронних та ревіталізаційних заходів:

Першочерговим завданням екологічного менеджменту території є територіальна охорона біоти. Необхідно забезпечити розширення площ існуючих об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ) та проектування нових локальних заказників у місцях зосередження раритетного генофонду (наприклад, популяцій *Stipa lessingiana*). Інтеграція заповідних ядер у єдину регіональну екомережу дозволить сформувати стійкі міграційні коридори для орніто- та теріофауни.

Оптимізація структури земельного фонду громади передбачає виведення з інтенсивного обробітку низькопродуктивних і деградованих еродованих земель. Заходи з рекультивації та ревіталізації промислових зон і закинутих агроландшафтів мають базуватися на методах фіторемедіації та

відновлення автохтонних рослинних угруповань (залуження, штучне лісовідновлення), що мінімізує явища лінійної та площинної ерозії ґрунтів.

Зниження токсикологічного пресингу на водну біоту потребує комплексного реінжинірингу очисних споруд комунальних підприємств громади із впровадженням методів глибокої біологічної денітрифікації та дефосфатації стічних вод. Додатково, у межах водоохоронних смуг річок і ставків, необхідно регламентувати застосування засобів хімізації та перейти до моделей сталого, екологізованого ведення сільського господарства.

Трансформація суспільної свідомості та зниження рівня побутового браконьєрства досягається шляхом розширення програм екологічної освіти й виховання. Заходи передбачають залучення місцевого населення до моніторингових досліджень, маркування екологічних та науково-пізнавальних стежок у рекреаційних зонах із чітким регулюванням гранично допустимих навантажень, що дозволить мінімізувати прямий антропогенний тиск на вразливі біогеоценози [9].

1.6 Населення громади

Соціально-екологічний та економічний розвиток Зміївської міської територіальної громади безпосередньо корелює з її демографічним потенціалом. Станом на поточний період загальна чисельність наявного населення громади становить близько 25 тис. осіб.

Адміністративно-організаційним та інтеграційним ядром громади виступає місто Зміїв, де акумульована основна частина міського населення. Решта мешканців розподілена по сільських населених пунктах, що формує змішану (місько-сільську) систему розселення. Така розселенська структура зумовлює диференціацію антропогенного навантаження на навколишнє середовище: висока щільність та концентрація комунальних відходів і стічних вод характерні для урбанізованого центру, тоді як для периферійних зон притаманний дифузний вплив агропромислового сектору.

Аналіз статеві архітектоніки Зміївської ТГ виявляє диспропорцію на користь жіночого населення, що повністю відповідає загальнодержавним та регіональним демографічним трендам.

- Частка жіночого населення у загальній структурі становить 53%;
- Частка чоловічого населення складає відповідно 47%.

Дане співвідношення сформувалося під впливом комплексу чинників, серед яких провідну роль відіграє вища середня тривалість життя жінок та специфіка міграційних процесів у Харківському регіоні. Розрахунок статевого індексу свідчить про помірну деформацію структури, яку необхідно враховувати при моделюванні довгострокових стратегій сталого розвитку громади, плануванні соціальної інфраструктури та оцінці динаміки ринку праці.

Вікова архітектоніка населення Зміївської міської територіальної громади відображає загальнонаціональні тенденції демографічного переходу, які характеризуються депопуляцією та регресивним типом відтворення. Розподіл населення за основними віковими групами має наступну структуру:

1. Допрацездатне населення (особи віком до 18 років): Становить близько 20% від загальної чисельності. Цей показник визначає потенціал майбутнього заміщення трудових ресурсів та формування людського капіталу громади в середньостроковій перспективі.

2. Працездатне населення (особи віком 18–60 років): Складає базис економічного потенціалу громади та оцінюється у 60%. Дана група є основним джерелом забезпечення матеріально-технічного розвитку, функціонування промислового і комунального секторів, а також формування податкових надходжень до місцевого бюджету.

3. Післяпрацездатне населення (особи віком 60 років і старше): Досягає 20%. Наявність п'ятої частини населення у похилому віці свідчить про високий ступінь демографічного старіння території (згідно зі шкалою ООН).

Співвідношення між виділеними віковими групами вказує на

помірне демографічне навантаження на працездатне населення (коефіцієнт демографічної залежності становить близько 660 непрацездатних на 1000 осіб працездатного віку) [10].

Поряд із цим, Зміївська ТГ характеризується низкою системних демографічних викликів:

- Прогресуюче старіння населення: Збільшення частки осіб пенсійного віку порівняно з дитячим населенням (старіння "зверху").
- Центрострімкі міграційні процеси: Трудонадлишковість та відтік кваліфікованих кадрів і студентської молоді до великих урбанізованих центрів (насамперед до м. Харків), що деформує вікову структуру на користь старших когорт.

Узагальнення архітекτονіки людського потенціалу Зміївської міської територіальної громади дозволяє зафіксувати стабільні кількісні пропорції, що формують демографічний профіль території. Зведений статеві-віковий баланс наявного населення громади має наступний вигляд:

Статевий розподіл - вікова стратифікація:

- Жінки — 53%;
- Чоловіки — 47%
- Допрацездатне населення (до 18 років) — 20%
- Працездатне населення (18 - 60 років) — 60%
- Післяпрацездатне населення (понад 60 років) — 20%

Зазначений розподіл індукує необхідність переходу від класичних моделей адміністративного управління до інтегрованого соціо-екологічного менеджменту, орієнтованого на триєдину концепцію сталого розвитку (екологічна збалансованість, економічна ефективність, соціальна інклюзія).

З метою нівелювання зафіксованих деструктивних трендів (старіння населення, деформація статевої структури, міграційний відтік) та капіталізації наявного трудового потенціалу, стратегічна політика розвитку територіальної громади має базуватися на реалізації таких інструментів:

1. Екологізація робочих місць та підтримувальна політика щодо людського капіталу: Створення умов для закріплення молодіжних вікових когорт у межах громади шляхом стимулювання «зеленої» економіки (розвиток підприємств сфери екологічного та сільського зеленого туризму, обслуговування об'єктів альтернативної енергетики, модернізація житлово-комунального сектора).

2. Адаптація соціальної та екологічної інфраструктури: Модернізація систем охорони здоров'я та просторового планування з урахуванням потреб вікової групи «60+» (забезпечення безбар'єрності, розвиток мережі рекреаційних зон, парків та скверів низької інтенсивності навантаження для підтримки геронтологічного благополуччя).

3. Розвиток еколого-освітнього та технологічного кластерів: Інтеграція сучасних підходів до збалансованого природокористування через розширення освітніх програм, оптимізацію логістичних ланцюгів поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) та впровадження енергоефективних заходів у муніципальних закладах [11].

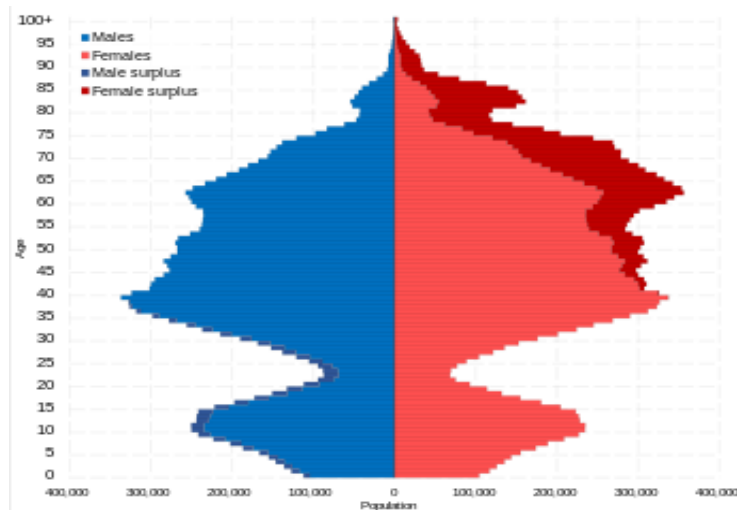


Рисунок 1.7 – Статеві вікова піраміда

Синхронізація демографічних можливостей Зміївської ТГ із раціональним використанням її високого природно-ресурсного потенціалу (зокрема, лісових масивів та водозбірного басейну р. Сіверський Донець) є

базовою передумовою для мінімізації антропогенного тиску на навколишнє середовище. Ефективне муніципальне планування, що спирається на оптимізовані баланси трудових ресурсів, дозволить, забезпечити довгостроковий екологічний паритет та підвищити загальну якість життєвого середовища мешканців громади [12].

Еволюція демографічного потенціалу Зміївської міської територіальної громади протягом останнього десятиліття підпорядкована загальнодержавному вектору депопуляції. Емпіричні дані фіксують кумулятивне скорочення чисельності наявного населення громади орієнтовно на 5% за останні 10 років [13].

Дана деструктивна динаміка є наслідком синергетичного ефекту кількох чинників:

1. Негативний природний приріст: стійке переважання показників загальної смертності над народжуваністю. На зниження репродуктивної мотивації та відтермінування дітонародження суттєво впливає макроекономічна нестабільність, висока вартість утримання домогосподарств та дефіцит системних муніципальних програм підтримки молодих сімей.

2. Трансформація показників смертності: підвищення коефіцієнтів смертності зумовлене прогресуючим демографічним старінням, кумулятивним погіршенням соматичного здоров'я старших вікових когорт на тлі незадовільного стану компонентів довкілля, а також обмеженою логістичною доступністю високоспеціалізованої медичної допомоги у віддалених сільських локалітетах.

3. Інтенсифікація центрострімких міграцій: деформація вікової структури поглиблюється за рахунок стійкого відтоку молодіжних сегментів трудових ресурсів до великих урбанізованих центрів (насамперед Харківської та Київської агломерацій). Основними виштовхувальними факторами виступають дисбаланс локального ринку праці та прагнення до вищої якості життя.

1.7 Промисловість громади

Економічний каркас громади та профіль зайнятості її населення мають виражений індустріально-аграрний характер із поступовим розширенням третинного сектора економіки [14].

1. Первинний сектор (Агропромисловий комплекс)

Завдяки високому бонітету ґрунтового покриву (переважно чорноземного типу) та сприятливим агрокліматичним умовам, базовим вектором зайнятості сільського населення залишається сільське господарство.

- Рослинництво: спеціалізується на вирощуванні зернових (*Triticum*, *Hordeum*, *Zea mays*), овочевих (*Solanum tuberosum*, *Beta vulgaris*, *Daucus carota*) та технічних культур.
- Тваринництво: представлене м'ясо-молочним скотарством, свинарством та птахівництвом.
- Інфраструктура АПК: значна частка самодіяльного населення задіяна в суміжних секторах (елеваторне господарство, первинна переробка, заготівля та логістика), що підтримує стабільність сільських систем розселення.

2. Вторинний сектор (Промислове виробництво)

Індустріальний комплекс громади виступає головним локусом концентрації висококваліфікованої робочої сили. Провідні позиції займають:

- Харчова та переробна промисловість: підприємства з глибокої переробки м'ясо-молочної та зернової сировини.
- Будівельний та металообробний сектори: виробництво будівельних матеріалів та конструкцій, що забезпечує формування інженерно-технічного ядра трудових ресурсів.

3. Третинний сектор (Сфера послуг та соціальна інфраструктура)

Забезпечує диверсифікацію ринку праці та підтримання життєдіяльності соціуму. Кадровий потенціал галузі розподілений за такими напрямками:

- Освітній кластер: інтегрує працівників 10 загальноосвітніх навчальних закладів (4 початкові, 4 середні та 2 старші школи), дошкільних

установ, а також системи професійно-технічної освіти (місцеве ПТУ, що здійснює таргетовану підготовку робітничих кадрів для локальних підприємств АПК та промисловості).

- Медичний сектор: базовим закладом охорони здоров'я є Центральна районна лікарня (надає багатoproфільну стаціонарну, амбулаторну та хірургічну допомогу).
- Комерційно-транспортний сегмент: роздрібна торгівля, громадське харчування та транспортно-механічний сервіс.

Попри відносно диверсифіковану структуру господарства, локальний ринок праці перебуває у стані напруженості: рівень безробіття у громаді коливається в межах 8–10%, що перевищує середньостатистичні показники Харківської області. Основними тригерами безробіття є структурний дисбаланс між попитом і пропозицією робочої сили, низький рівень капіталізації праці (заробітної плати) та професійно-кваліфікаційна невідповідність випускників сучасним технологічним вимогам [15].

Ці соціально-економічні проблеми тісно індуковані кризовим станом екологічної безпеки території. Інтенсивна діяльність промислових підприємств та масштабне хімізоване ведення АПК призвели до прогресуючого забруднення атмосферного повітря, деградації ґрунтового покриву та погіршення гідрохімічних показників поверхневих вод [16].

Промислове виробництво є одним із провідних локомотивів економічного розвитку Зміївської міської територіальної громади. Воно формує вагомую частку надходжень до місцевого бюджету та забезпечує зайнятість значної частини працездатного населення. Індустріальний комплекс громади має диверсифіковану структуру з переважанням підприємств харчової, переробної, будівельної та легкої промисловості.

1. Харчова та переробна промисловість (Агроіндустріальний комплекс).

Підприємства харчової промисловості посідають домінантне місце в структурі локального виробництва, базуючись на переробці місцевої та ввезеної сільськогосподарської сировини.

- ТОВ «Зміївський хлібозавод»: високотехнологічний суб'єкт господарювання, що спеціалізується на масовому виробництві хлібобулочної продукції. Забезпечує внутрішній ринок громади та має виражений експортний вектор у межах Харківського регіону. *З екологічної точки зору* підприємство є джерелом теплового забруднення та викидів продуктів згоряння природного газу (CO, NOx) від пекарських комплексів.

- ПП «Молокозавод "Зміївський"»: спеціалізується на переробці молочної сировини та випуску широкого асортименту продукції (молоко, кисломолочні товари, сири). *Головним екологічним викликом* для підприємства є утворення значних об'ємів специфічних стічних вод із високим вмістом органічних сполук (жири, білки, залишки миючих засобів), що потребує постійного контролю роботи локальних очисних споруд перед скиданням у муніципальну каналізацію.

- ТОВ «Зміївський комбікормовий завод»: ключовий елемент регіонального АПК, що здійснює випуск концентрованих кормів для тваринництва. Функціонування заводу супроводжується значними викидами дрібнодисперсного органічного пилу в атмосферне повітря під час подрібнення та сепарації зернової сировини.

2. Будівельна промисловість та промисловість будівельних матеріалів

Розвиток цього сектору зумовлений наявністю локальної мінерально-сировинної бази та високим попитом на капітальне будівництво.

- ТОВ «Зміївбуд»: спеціалізується на виробництві стінових матеріалів (цегла) та збірного залізобетону. Процеси випалювання цегли та замішування бетонних сумішей відносяться до категорій із підвищеним рівнем техногенного впливу на атмосферу (викиди пилу, діоксиду сірки та оксидів азоту).

- ПП «Будівельна компанія "Зміїв"»: здійснює повний цикл будівельно-монтажних робіт на об'єктах житлової та інфраструктурної сфери. Діяльність компанії пов'язана з тимчасовим, але інтенсивним локальним антропогенним пресингом на ландшафти (шумове навантаження, утворення

значних об'ємів будівельних відходів, порушення ґрунтового покриву).

3. Легка промисловість

Ця галузь представлена підприємствами з високою часткою використання ручної праці, орієнтованими як на внутрішній, так і на зовнішні ринки (експорт).

- ТОВ «Зміївтекстиль»: фокусується на випуску готових домашніх текстильних виробів. Основним джерелом екологічного навантаження є утворення твердих текстильних відходів (обрізків), які підлягають утилізації або вторинній переробці.
- ПП «Зміївшвей»: швейне підприємство з гнучким асортиментним профілем одягу. Має відносно низький ступінь прямого негативного впливу на компоненти довкілля, проте генерує дрібні фракції виробничих відходів споживання.

4. Екологічно орієнтований (інноваційний) сектор

Окреме місце у структурі промисловості посідає підприємство, діяльність якого безпосередньо спрямована на реалізацію принципів циркулярної економіки та екологічного менеджменту:

- ТОВ «Еко-Пласт»: спеціалізоване підприємство з рециклінгу полімерних відходів та випуску вторинної гранули. Діяльність заводу відіграє важливу природоохоронну роль для Зміївської ТГ, оскільки дозволяє мінімізувати об'єми захоронення пластику на полігонах твердих побутових відходів (ТПВ) та залучає вторинні ресурси у повторний господарський обіг. Разом із тим, процеси термічної екструзії пластику вимагають встановлення вискоєфективних систем газоочищення для запобігання викидам летких органічних сполук (ЛОС).

Промисловий комплекс Зміївської ТГ має збалансований характер, проте потребує систематичного екологічного моніторингу. Основними векторами екологізації індустріального сектору є впровадження безвідходних технологій на підприємствах харчового та будівельного профілів, стимулювання рециклінгу за прикладом ТОВ «Еко-Пласт» та модернізація

пилогазовловлювальних установок [17].

1.8 Транспорт

Транспортна мережа Зміївської міської територіальної громади виступає базовим інтеграційним елементом її економічної структури, забезпечуючи внутрішньогромадські зв'язки та транзитні пасажиро-вантажні потоки в межах Харківської агломерації. Логістичний комплекс території має диверсифіковану структуру і представлений автомобільним та залізничним сегментами [18].

Автомобільний транспорт займає провідне місце у внутрішніх перевезеннях громади. Просторова структура дорожнього покриття інтегрує шляхи загального користування державного та місцевого значення. Головними планувальними осями громади є:

- Автошлях регіонального значення Р-78 (Харків — Безлюдівка — Зміїв — Балаклія — Гороховатка): забезпечує прямий зв'язок громади з обласним центром та південно-східними районами області.
- Автошлях територіального значення Т-2101 (Мерефа — Зміїв): виступає важливою сполучною ланкою з логістичним вузлом у м. Мерефа та трасою міжнародного значення М-18 (Харків — Сімферополь).

Автомобільний транспорт є потужним джерелом лінійного забруднення приземного шару атмосфери. Експлуатація зазначених автомагістралей супроводжується емісією широкого спектра поллютантів (оксиди азоту NO_x, діоксид сірки SO₂, оксид вуглецю CO, важкі метали, бенз(а)пірен), а також акустичним навантаженням на прилеглі біогеоценози та придорожні території населених пунктів.

Залізнична інфраструктура відіграє стратегічну роль у забезпеченні магістральних вантажних та приміських пасажирських перевезень.

- Залізнична станція Зміїв є великим опорним вузлом регіональної мережі АТ «Укрзалізниця». Станція забезпечує стійкі комунікаційні зв'язки у напрямку Харківського індустріального вузла та інших промислових центрів

України.

- Економічна функція: Залізниця виступає основним каналом транспортування значних об'ємів великотоннажних вантажів: продукції місцевого агропромислового комплексу (зернові культури), паливно-енергетичних ресурсів, будівельних матеріалів (цегла, бетон) та сировини для промислових підприємств громади [19].

У порівнянні з автомобільним, залізничний транспорт є екологічно більш чистим завдяки високому рівню електрифікації колій, що мінімізує прямі викиди парникових газів в атмосферу. Проте залізнична інфраструктура виступає джерелом специфічного віброакустичного забруднення, а зони відведення залізничних колій зазнають локального засмічення та хімічного пресингу (зокрема, через обробку гербіцидами для запобігання заростанню). Сучасний стан транспортної інфраструктури Зміївської ТГ задовольняє поточні потреби її соціально-економічного розвитку. Водночас інтенсифікація руху на автошляхах Р-78 та Т-2101 вимагає впровадження заходів екологічного моніторингу та проектування захисних лісосмуг (фітофільтрів) для зниження рівня транспортного пресингу на навколишнє середовище (рис. 1.8) [18].



Рисунок 1.8 – Залізнична станція Зміїв

РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА СТАНУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1 Водні ресурси громади

Гідрографічна сітка Зміївської територіальної громади представлена поверхневими (річки, водосховища, ставки) та підземними водами, які становлять основу її водно-ресурсного потенціалу. Зазначені ресурси відіграють стратегічну роль у забезпеченні комунально-побутових, аграрних та промислових потреб регіону [20].

Головним гідрографічним об'єктом є річка Сіверський Донець, протяжність якої в межах окресленої території становить близько 50 км. Цей водотік має ключове значення для організації централізованого водопостачання, функціонування меліоративних систем та розвитку рекреаційної інфраструктури. Гідрографічну структуру басейну Сіверського Донця в межах громади доповнює розгалужена мережа малих річок, струмків та штучних водойм (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Річка Сіверський Донець

Головним елементом гідрографічної сітки Зміївської територіальної громади є річка Сіверський Донець, протяжність русла якої в межах досліджуваного регіону становить близько 50 км. Водотік виконує

поліфункціональну роль у соціально-економічній системі громади, забезпечуючи потреби промислового, аграрного та комунально-побутового секторів.

У структурі природокористування басейну Сіверського Донця виділяють такі основні напрями:

- Комунальне та промислове водопостачання: виступає головним джерелом питної води для населення та технологічної води для промислових підприємств різних галузей;
- Агровиробниче використання: водні ресурси залучені в системах іригації для зрошення сільськогосподарських угідь, що є базовим фактором інтенсифікації місцевого рослинництва та забезпечення кормової бази тваринництва;
- Рекреаційно-туристичний потенціал: акваторія річки та її прибережні захисні смуги слугують просторовим базисом для розвитку стаціонарної та короткочасної рекреації (водний туризм, аматорське рибальство, санаторно-курортне лікування).

Гідрологічний режим та загальний водний баланс Сіверського Донця в межах громади формуються під впливом його притокової мережі. Серед ключових елементів місцевої гідрографічної системи виділяють:

- Річка Мжа: є правою притокою Сіверського Донця, яка впадає в нього безпосередньо в межах міста Зміїв. Водотік має вагоме рекреаційне значення для оптимізації міського середовища та організації зон відпочинку місцевого населення (рис.2.2).
- Річкова система Уди (включаючи Лопань): хоча основні русла річок Уди та її притоки Лопані географічно формують гідрографічну сітку суміжних територій Харківського регіону, їхній стік безпосередньо впливає на загальний гідрологічний та якісний стан басейну Сіверського Донця, частиною якого є водні об'єкти Зміївської ТГ (рис. 2.1 – 2.2).



Рисунок 2.2 – Річка Мжа

Додаткове живлення головної річки забезпечується за рахунок низки малих річок, струмків та яружно-балкових водотоків. Вони виконують важливу екологічну функцію, підтримуючи гідрологічну стабільність басейну та локальне біорізноманіття.

Забезпечення сталого розвитку Зміївської громади безпосередньо пов'язане з раціональним використанням та охороною її водно-ресурсного потенціалу. На сучасному етапі в межах територіальної громади реалізується комплекс природоохоронних заходів, спрямованих на:

1. Модернізацію систем очищення комунальних та промислових стічних вод;
2. Мінімізацію антропогенного навантаження на поверхневі водотоки та запобігання їхньому хімічному й біологічному забрудненню;
3. Екологічну ренатуралізацію (відновлення природного стану) деградованих ділянок малих річок.

Впровадження інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом дозволяє зберегти якісні та кількісні показники водних об'єктів для довгострокового природокористування.

Важливою складовою гідрографічної мережі Зміївської територіальної громади є комплекс штучних водойм, який включає водосховища та систему ставків різного функціонального призначення (рис. 2.3). Ці об'єкти відіграють ключову роль у трансформації та раціональному використанні місцевого поверхневого стоку [21].



Рисунок 2.3 – Озеро Лиман, Зміївське водосховище

Основним елементом цієї системи є Зміївське водосховище, яке виконує низку стратегічних функцій:

- Агровиробнича функція: виступає базовим депонентом (накопичувачем) води для потреб меліорації. Стабільне функціонування водосховища мінімізує ризики посух для агропідприємств і фермерських господарств, забезпечуючи передумови для сталого розвитку рослинництва в регіоні.
- Рибогосподарське значення: акваторія використовується для промислового та аматорського рибальства, а також розвитку аквакультури. Це сприяє ефективному використанню біологічного потенціалу водойми та частково забезпечує зайнятість місцевого населення.
- Рекреаційне навантаження: об'єкт володіє значним еколого-туристичним потенціалом, виступаючи просторовим ядром для організації літнього відпочинку, водного спорту та аматорського лову риби.

Низка менших ставків, які рівномірно розподілені територією населених пунктів громади, виконує локальні господарські завдання. Вони

залучені до систем місцевого зрошення, використовуються для розведення риби, а також функціонують як важливі екологічні резервати, що підтримують зональне біорізноманіття, формуючи стійкі мікрокліматичні умови та гідрофільні біотопи (середовища існування організмів).

Окрім безпосереднього економічного використання, штучні водойми громади виконують важливу еколого-гідрологічну (регулюючу) функцію.

Трансформація паводкового стоку дозволяє знизити ризики затоплення прилеглих запливних терас, а штучне обводнення в межах запобігає критичному обмілінню та замуленню малих річок басейну.

З метою забезпечення довгострокового сталого природокористування в межах ТГ реалізується моніторинг стану штучних водойм. Пріоритетними напрямками екологічного менеджменту є:

1. Запобігання антропогенному евтрофуванню (цвітінню та заростанню) акваторій;
2. Технічне очищення русел і лож водойм від замулення;
3. Жорсткий контроль за обсягами безповоротного вилучення водних ресурсів суб'єктами господарювання [22].

Важливим елементом промислово-гідротехнічної інфраструктури Зміївської територіальної громади є став-охолоджувач Зміївської ТЕС (історично відомий як озеро Лиман, трансформоване у технологічну водойму). Цей гідротехнічний комплекс виконує поліфункціональну роль: забезпечує технологічне водопостачання та охолодження циркуляційних вод теплоелектростанції, а також слугує базою для ведення інтенсивного рибного господарства й аквакультури.

Морфометричні та гідрологічні параметри об'єкта представлені нижче (табл. 2.1).

Головним джерелом штучного підживлення водойми є річка Сіверський Донець. Подача води з річкового русла здійснюється спеціалізованою насосною станцією, яка укомплектована трьома агрегатами сукупною продуктивністю 4,3 м³/с. Транспортування водної маси до ставу

Таблиця 2.1 – Морфометричні та гідрологічні параметри

Гідрологічний / морфометричний показник	Значення параметра
Нормальний підпірний рівень (НПР)	91,0 м
Рівень мертвого об'єму (РМО)	89,0 м
Повний об'єм водойми	53,1 млн м ³
Корисний об'єм	23,18 млн м ³
Площа дзеркала (за НПР)	1250 га
Довжина / середня ширина / максимальна ширина	5,9 км/2,1 км/2,9 км
Глибина (середня / максимальна)	4,25 м/5,85 м
Площа власного водозбірною басейну	42,2 км ²
Річний об'єм стоку (50% забезпеченості)	1,92 млн м ³
Паводковий стік (50% забезпеченості)	0,88 млн м ³
Максимальні витрати води (1% забезпеченості)	86,05 м ³ /добу

забезпечується через підвідний канал протяжністю 2090 м та систему залізобетонних водоводів.

Стабільність гідрологічного режиму та безпека експлуатації ставу забезпечується комплексом взаємопов'язаних гідротехнічних споруд:

1. Земляні дамби (греблі №1 та №2): виконують огорожувальну функцію, забезпечують утримання проектного об'єму води та підтримання робочих рівнів (гребля №2 безпосередньо межує із золовідвалом);
2. Донний водоспуск: інтегрований у тіло греблі №2, використовується для регулювання сольового балансу шляхом продувки, а також для запускового або аварійного спорожнення ложа водойми;
3. Відкритий береговий швидкотік: призначений для скидання надлишкових (паводкових) вод та попередження переливу через греблі;

4. Струменеспрямовуючі дамби: оптимізують внутрішню гідродинамічну циркуляцію, що дозволяє максимізувати ефект охолодження відпрацьованих технологічних вод ТЕС [23].

Еколого-економічний потенціал ставу-охолоджувача Зміївської ТЕС

Технологічна водойма-охолоджувач є репрезентативним прикладом комплексного (багатоцільового) використання водних ресурсів у промислово розвинених регіонах. Поєднуючи функції інженерно-технічного забезпечення енергетичного об'єкта, став одночасно виступає виробничим базисом для рибогосподарського підприємства «Лиманський», яке спеціалізується на промисловому вирощуванні та реалізації товарної риби (аквакультурі).

Попри високе антропогенне та теплове навантаження, цей гідротехнічний комплекс інтегрований у локальну екосистему і виконує важливі середовищестабілізуючі функції:

- Акваторія ставу забезпечує належні гідробіологічні умови для відтворення автохтонних (місцевих) та інтродукованих видів іхтіофауни й інших гідробіонтів;
- Прибережні захисні смуги та мілководдя трансформувалися у стабільні орнітологічні біотопи, що використовуються перелітними та гніздовими птахами як місця постійної локалізації та гніздування.

Підземні води становлять стратегічну основу господарсько-питного водопостачання Зміївської територіальної громади, характеризуючись вищим ступенем захищеності від антропогенного забруднення порівняно з поверхневим стоком. Формування їхніх запасів відбувається переважно за рахунок інфільтрації атмосферних опадів та безпосереднього взаємозв'язку з поверхневими водотоками басейну Сіверського Донця.

Гідрогеологічний розріз та літологічний склад водоносних горизонтів: Основні експлуатаційні водоносні горизонти локалізовані у стратиграфічному інтервалі глибин від 10 до 50 метрів. Гідрогеологічні умови товщі визначаються чергуванням літологічних різновидів порід:

- Піщані відкладення: мають високі фільтраційні властивості та коефіцієнти водопроникності, що обумовлює значну водовіддачу та інтенсивне накопичення статичних і динамічних запасів підземних вод.

- Глинисті пласти: характеризуються низькою проникністю і виконують роль водотривких цупких покрівель або упорів, які розділяють водоносні горизонти та захищають їх від проникнення поверхневого забруднення [24].

Технічний каптаж (видобуток) підземних вод у межах громади диференційований залежно від глибини залягання та цільового призначення (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Споруди вертикального водозабору

Якісний склад підземних вод ТГ загалом задовольняє чинні нормативні вимоги (ДСанПіН), проте інтенсивна експлуатація вимагає постійного моніторингу гідродинамічного та гідрохімічного режимів. З метою недопущення депресійних лійок (виснаження) та хімічного забруднення водоносних шарів, у межах екологічного менеджменту громади впроваджуються такі заходи:

1. Організація зон санітарної охорони (ЗСО) навколо діючих артезіанських свердловин;

2. Тампонаж безперспективних або аварійних свердловин для запобігання транскордонному забрудненню водоносних комплексів;

3. Впровадження систем оборотного водопостачання та вологозберігаючих технологій краплинного зрошення в аграрному секторі [25].

2.2 Рівень забруднення та основні джерела забруднення вод

Сучасний екологічний стан поверхневих та підземних водних об'єктів Зміївської територіальної громади формується під дією інтенсивного антропогенного тиску. Структура та джерела надходження забруднюючих речовин в акваторії регіону мають комплексний характер і диференціюються за походженням на кілька основних секторів [26].

1. Промислово-техногенне забруднення

Промисловий комплекс громади, представлений підприємствами харчової, переробної та будівельної галузей, виступає потужним джерелом генерації рідких відходів. Скидання недостатньо очищених технологічних стічних вод призводить до акумуляції у водних екосистемах широкого спектра екотоксикантів, серед яких:

- Важкі метали (іони свинцю, кадмію, хрому), що мають виражену кумулятивну дію;
- Стійкі органічні сполуки (фенольні фракції, синтетичні поверхнево-активні речовини — СПАР);
- Вуглеводні нафтового походження, які формують стійкі поверхневі плівки, порушуючи процеси природної аерації (газообміну) водойм.

2. Агрогенний вплив (дифузне забруднення)

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва в межах ТГ зумовлює значне дифузне (розосереджене) навантаження на водозбірні басейни. Основними факторами деградації тут є:

- Хімізація угідь: Нераціональне внесення мінеральних добрив та пестицидів призводить до вимивання сполук азоту (нітратів) і фосфору (фосфатів) у поверхневий та ґрунтовий стік. Це провокує штучну евтрофікацію водойм — надмірне збагачення біогенними елементами, що викликає масове «цвітіння» води (бурхливий розвиток синьо-зелених водоростей), вторинне забруднення, дефіцит розчиненого кисню та замори іхтіофауни.

- Ерозійні процеси: Площинний змив з еродованих орних земель під час злив та сніготанення викликає замулення русел, підвищення каламутності й завішених речовин у воді, що безпосередньо трансформує гідрологічний профіль малих річок.

3. Комунально-побутовий сектор та водовідведення

Суттєвим дестабілізуючим фактором для гідрохімічного режиму водних артерій є незадовільний стан або відсутність централізованих очисних споруд у приватному секторі та окремих населених пунктах ТГ (включаючи периферійні райони м. Зміїв).

Екологічні ризики житлово-комунального походження: Скидання неочищених або локально акумульованих побутових стоків призводить до надходження у водойми патогенної мікрофлори (бактеріальне забруднення), легкоокиснюваної органіки (високі показники ХСК та БСК) і фосфатних комплексів зі складу сучасних миючих засобів.

4. Транспортно-урбаністичний макросистеми

Автомобільні шляхи з високою інтенсивністю руху, що перетинають територію громади, функціонують як лінійні джерела забруднення. Поверхневий стік із селітебних (житлових) територій та дорожнього полотна транспортує у прилеглі зниження рельєфу й гідрографічну сітку значні об'єми змитих нафтопродуктів, сажі, абразивних часток та продуктів зносу автомобільних шин, що найбільш гостро проявляється у періоди інтенсивних злив [27].

2.3 Заходи щодо покращення стану водних ресурсів

Стратегічні напрями оптимізації та екологічного відновлення водно-ресурсного потенціалу ТГ

З метою мінімізації антропогенного навантаження, локалізації джерел забруднення та забезпечення сталого функціонування гідроекосистем Зміївської територіальної громади розроблено комплексний еколого-інженерний комплекс заходів. Запропонована стратегія базується на поєднанні технічних, моніторингових, природоохоронних та організаційних інструментів.

1) Інженерно-технологічна модернізація систем водовідведення (Першочерговий етап)

Реконструкція діючих та спорудження нових локальних і централізованих очисних комплексів на промислових об'єктах та в межах селітебних зон ТГ. Пріоритет надається впровадженню технологій глибокої біологічної очистки, дефосфатизації та денітрифікації стічних вод для зниження індексу ХСК/БСК і концентрації екотоксикантів перед скиданням у водотоки.

2) Розгортання автоматизованого моніторингу гідрохімічного стану (Аналітичний етап)

Організація мережі постів автоматизованого спостереження за якісними показниками поверхневих вод у контрольних створах (першочергово на р. Сіверський Донець та р. Мжа). Інтеграція датчиків експрес-аналізу (рівень розчиненого кисню, мінералізація, рН, вміст нафтопродуктів) дозволить здійснювати оперативний екологічний аудит та вчасно реагувати на залпові викиди забруднюючих речовин.

3) Еколого-гідрологічна ренатуралізація прибережних зон (Природоохоронний етап)

Винесення в природу та жорстке дотримання меж прибережних захисних смуг (ПЗС) і водоохоронних зон вздовж річкових русел та штучних водойм відповідно до вимог Водного кодексу України. Створення фітомеліоративних

бар'єрів (залуження, висадка гідрофільних деревно-чагарникових порід) спрямоване на затримання агрогенного дифузного стоку, фіксацію берегової лінії та демпфування площинної ерозії ґрунтів.

4) Соціо-екологічний менеджмент та просвітництво (Організаційно-інституційний етап)

Підвищення рівня екологічної культури населення через розширення інформаційної взаємодії, проведення тематичних семінарів та громадських слухань. Формування еко-орієнтованої поведінки мешканців є базовою умовою для децентралізованого контролю за використанням водних об'єктів та мінімізації побутового засмічення рекреаційних зон.

Реалізація зазначених природоохоронних заходів вимагає застосування принципів інтегрованого управління водними ресурсами (ІУВР) за басейновим принципом. Оптимальний екологічний ефект може бути досягнутий лише за умови консолідації зусиль органів місцевого самоврядування, суб'єктів господарювання (бізнес-сектору) та громадських інституцій, що виступає запорукою збереження гідрологічного різноманіття регіону для середньо- та довгострокової перспективи [28].

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА СТАНУ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА

3.1 Викиди в атмосферне повітря на території громади

Структура аеротехногенного навантаження та джерела забруднення атмосферного повітря ТГ

Стан атмосферного повітря на території Зміївської територіальної громади формується під впливом комплексу антропогенних факторів (рис. 3.1). Сукупне локальне емісійне (аеротехногенне) навантаження зумовлене діяльністю промислово-енергетичного комплексу, стаціонарних об'єктів житлово-комунального та агропромислового секторів, а також пересувних джерел (автотранспортної мережі) [29].



Рисунок 3.1 – Схема джерел емісії забруднюючих речовин а втмосферу

Для об'єктивної оцінки якісних параметрів повітряного середовища та визначення ступеня його деградації необхідним є диференційований аналіз структури та специфіки викидів кожного з ключових дестабілізуючих факторів.

Головними стаціонарними джерелами техногенної емісії в межах

досліджуваного регіону виступають великі промислові об'єкти. Поряд із домінуючим енергетичним сектором (Зміївська ТЕС), суттєвий внесок у формування приземних концентрацій шкідливих речовин здійснюють підприємства харчової, переробної та будівельної промисловості. Специфіка технологічних процесів зазначених виробництв зумовлює постійне надходження в повітряний басейн широкого спектра забруднюючих сполук, що вимагає впровадження жорсткого екологічного контролю та систем пилогазоочищення. (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Великі промислові підприємства [30]

Підприємство	Основні забруднювачі	Основні забруднювачі
ТОВ "Зміївський хлібозавод"	Оксиди азоту (NO _x), діоксид сірки (SO ₂), суспендовані частинки (PM ₁₀ , PM _{2.5})	Технологічні процеси випічки хліба та використання газових котлів
ТОВ "Зміївський комбікормовий завод"	Аміак (NH ₃), оксиди азоту (NO _x), пил (PM ₁₀)	Процеси сушіння та обробки зернових культур, спалювання палива
ТОВ "Зміївбуд"	Оксиди азоту (NO _x), діоксид сірки (SO ₂), пил (PM ₁₀)	Виробництво цегли та бетонних виробів, використання цементу

Локальний моніторинг стаціонарних джерел забруднення Зміївської ТГ дозволяє диференціювати ключових суб'єктів господарювання за галузевою ознакою та характером їхнього емісійного впливу на приземний шар атмосфери. До підприємств харчової, будівельної та переробної інфраструктури, які здійснюють систематичне пилогазове навантаження, належать ТОВ «Зміївський хлібозавод», ТОВ «Зміївський комбікормовий завод» та ТОВ «Зміївбуд» (табл. 3.2).

Надходження вищезазначених поллютантів (забруднюючих речовин) у приземний шар тропосфери створює суттєві ризики для соматичного здоров'я населення через формування стійкого екологічно обумовленого патоморфозу:

Таблиця 3.2 – Забруднюючі речовини від суб'єктів господарювання

Суб'єкт господарювання та галузь	Основні забруднюючі речовини (інгредієнти емісії)	Технологічні процеси та джерела утворення викидів
ТОВ «Зміївський хлібозавод» (Харчова промисловість)	Оксиди азоту (NO _x), діоксид сірки (SO ₂), дрібнодисперсні суспендовані частинки (PM ₁₀ , PM _{2.5})	Високотемпературне термооброблення сировини; спалювання природного газу в котельних установках; пилоутворення на етапах транспортування й дозування сипучих компонентів.
ТОВ «Зміївський комбікормовий завод» (Переробна промисловість)	Аміак (NH ₃), оксиди азоту (NO _x), недиференційований за складом пил (PM ₁₀)	Механічне очищення, подрібнення та термічне сушіння зернових культур; емісія біогенних сполук під час переробки; спалювання палива в теплогенераторах.
ТОВ «Зміївбуд» (Будівельна промисловість)	Оксиди азоту (NO _x), діоксид сірки (SO ₂), цементний та силікатний пил (PM ₁₀)	Виробництво в'язучих матеріалів, цегли та залізобетонних виробів; високотемпературний випал сировини; механічна деструкція та аспіраційні процеси при дозуванні цементу.

- Газоподібні оксиди (NO_x, SO₂): виступають інтенсивними подразниками слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, провокують хронізацію бронхолегеневих патологій та знижують загальну резистентність організму до респіраторних інфекцій;

- Дрібнодисперсні аерозолі (PM₁₀, PM_{2.5}): мають високу проникну здатність, досягаючи альвеолярного рівня дихальної системи. Вони здатні кумулюватися в легеневій тканині, проникати у судинне русло та виступати тригерами серцево-судинних дисфункцій, хронічних обструктивних захворювань легень та алергічних реакцій.

Паралельно зі стаціонарними промисловими комплексами, вагомим дестабілізуючим фактором для атмосферного повітря Зміївської ТГ є мобільний (автотранспортний) сектор. Інтенсифікація транспортних потоків, зумовлена транзитним статусом окремих автомагістралей та високою

щільністю дорожньої мережі в урбанізованому ядрі громади — місті Зміїв, призводить до лінійного накопичення продуктів неповного згоряння палива (вуглеводнів, оксиду вуглецю, сажі, сполук свинцю) у безпосередній близькості до житлової забудови [31].

Таблиця 3.3 – Внесок автотранспорту у забруднення довкілля

Маршрут	Інтенсивність руху (авто/год)	Основні забруднювачі
M12	1200	Оксиди азоту (NO _x), вуглекислий газ (CO ₂), оксид вуглецю (CO), суспендовані частинки (PM ₁₀ , PM _{2.5})
M19	800	Оксиди азоту (NO _x), вуглекислий газ (CO ₂), оксид вуглецю (CO), суспендовані частинки (PM ₁₀ , PM _{2.5})

Маршрут M12 (Стрий — Тернопіль — Кропивницький — Знам'янка):

1. Інтенсивність руху: щільність транспортного потоку становить 1200 авт./год. Зазначений показник свідчить про високий рівень завантаженості автошляху через функціональне значення як ключової сполучної магістралі громади з міжрегіональною транспортною мережею.

2. Основні забруднювачі:

– Оксиди азоту (NO_x): Виступають продуктами високотемпературного згоряння моторних палив, чинниками локального закислення атмосферних опадів, що суттєво підвищує ризики розвитку респіраторної патології у населення прилеглих селітебних зон.

– Діоксид вуглецю (CO₂): Основний парниковий газ антропогенного походження, обсяги емісії якого корелюють із масштабами використання викопного палива автотранспорту.

– Оксид вуглецю (CO): Токсичний інгредієнт недопалу паливно-повітряної суміші в двигунах внутрішнього згоряння, який характеризується високою кумулятивною дією на організм людини через блокування транспортної функції гемоглобіну.

– Суспендовані частинки (PM10, PM2.5): тверді аерозолі, що формуються внаслідок ерозії дорожнього полотна та механічного зношування автомобільних шин. Через високу проникну здатність становлять найбільшу загрозу для серцево-судинної та легеневої систем людини в зоні тривалого аеротехногенного впливу.

Маршрут М19:

1. Інтенсивність руху: Транспортне навантаження на даній ділянці становить 800 авт./год. Незважаючи на нижчі кількісні показники порівняно з магістраллю М12, така інтенсивність руху класифікується як висока та підтверджує значну функціональну завантаженість автошляху в транспортній системі регіону.

2. Основні забруднювачі: Компонентний склад емісії від пересувних джерел на маршруті М19 є ідентичним до профілю забруднення автошляху М12.

3. Висока щільність транспортних потоків на ключових магістралях (М12 та М19), а також відповідні обсяги викидів токсичних і парникових газів, дозволяють ідентифікувати автотранспортний комплекс як один із домінуючих факторів деградації атмосферного повітря в межах Зміївської територіальної громади [32].

Для зменшення негативного впливу автотранспорту на якість повітря необхідно впроваджувати комплексні заходи, такі як:

– модернізація та оптимізація системи громадського транспорту дозволить суттєво знизити питомі обсяги емісії забруднюючих речовин у розрахунку на одного пасажирів;

– екологізація рухомого складу та регулювання стандартів: популяризація використання електромобілів та гібридних авто, а також поступове оновлення комунального автопарку громади відповідно до сучасних екологічних стандартів.;

– Оптимізація та інтелектуалізація дорожньо-транспортної мережі: реконструкція наявних логістичних вузлів, раціональне планування

транспортних розв'язок та інтеграція інтелектуальних систем управління дорожнім рухом.

Синергетичний ефект від реалізації запропонованих природоохоронних заходів дозволить стабілізувати параметри якості атмосферного повітря в межах Зміївської громади та забезпечить довгострокове зниження екологічних ризиків для кардіореспіраторного здоров'я населення, створюючи передумови для сталого розвитку регіону.

Таблиця 3.4 – Внесок сільського господарства у забруднення повітря

Забруднювач	Джерело	Вплив на здоров'я
Аміак (NH ₃)	Утримання сільськогосподарських тварин; зберігання й оброблення гною та гноївки; внесення органічних і мінеральних азотних добрив, особливо сечовини	За підвищених концентрацій подразнює очі, слизові оболонки та дихальні шляхи. Бере участь в утворенні вторинних дрібнодисперсних частинок PM _{2.5} . Атмосферне осадження сполук аміаку сприяє евтрофікації та підкисленню ґрунтів і водойм, зміні видового складу рослинності та зменшенню біорізноманіття
Оксиди азоту (NO _x)	Спалювання палива транспортними засобами, енергетичними установками, котельнями та сільськогосподарською технікою; промислові процеси; меншою мірою - мікробіологічні процеси в удобрених ґрунтах	NO ₂ подразнює дихальні шляхи, може посилювати симптоми астми та підвищувати сприйнятливість до респіраторних інфекцій. NO _x беруть участь в утворенні приземного озону та вторинних частинок, а їх осадження сприяє підкисленню й евтрофікації екосистем

Суттєвим дестабілізуючим фактором для атмосферного повітря Зміївської ТГ, що має виражений сезонний характер, є неконтрольоване спалювання рослинних залишків та стерні на сільськогосподарських угідях і приватних ділянках. Цей процес супроводжується інтенсивним низькотемпературним горінням (тлінням) біомаси, внаслідок чого у приземний шар атмосфери емітується значний об'єм екотоксикантів:

- Оксид вуглецю (CO): виділяється у великих кількостях через дефіцит кисню в зоні локального тління біомаси (неповне згорання).

- Діоксид сірки (SO_2): утворюється внаслідок окиснення сірковмісних органічних сполук, що входять до складу рослинних тканин.
- Тверді аерозолі (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$): представлена сажею, попелом та вуглецевими частинками високого ступеня дисперсності, які формують стійкі локальні зони задимлення (смогу) і здатні транспортуватися повітряними масами на значні відстані, погіршуючи якість атмосферного повітря в селітебних зонах [33].

Мінімізація негативного екологічного ефекту від ведення аграрного виробництва та поводження з органічними рештками потребує реалізації комплексу технологічних і регуляторних заходів:

- Трансформація систем землеробства: перехід до засад екологічно збалансованого (органічного) рослинництва, мінімізація використання стійких пестицидів і легколетких мінеральних добрив, заміна їх препаратами з низьким індексом екологічного ризику.
- Утилізація поживних залишків Біоконверсією: повна відмова від практики випалювання шляхом посилення адміністративного контролю; стимулювання впровадження технологій безвідходного природокористування, зокрема механічного подрібнення стерні з наступним загортанням у ґрунт (мульчування), а також аеробного компостування для отримання органічних добрив.

Додатковим постійно діючим джерелом площинного забруднення повітряного басейну громади є полігони та місця акумуляції ТПВ. Порухення регламенту експлуатації та технологічних карт складування відходів активізує процеси біотермічної та хімічної деструкції всередині тіла звалища [34].

Основними компонентами емісії у процесі деструкції відходів є:

- Метан (CH_4): утворюється на глибоких стадіях анаеробної (безкісневої) ферментації органічної фракції відходів метаногенними консорціумами бактерій. Має високий потенціал глобального потепління (у 28 разів вищий за CO_2) та створює ризики ендогенного самозаймання тіла полігону.

- Леткі органічні сполуки: широкий спектр складних ефірів, вуглеводнів, спиртів та меркаптанів, що виділяються під час випаровування фільтрату та первинного розкладу відходів. Більшість ЛОС мають низькі пороги нюхового сприйняття (викликають сморід), мають високу токсичність, а окремі сполуки (наприклад, бензол) мають підтверджені канцерогенні та мутагенні властивості, що створює довгострокові хронічні ризики для здоров'я населення сусідніх селітебних територій.

Таблиця 3.5 – Внесок управління відходами у забруднення повітря

Забруднювач	Джерело	Вплив на здоров'я
Метан (CH ₄)	Розкладання органічних відходів	Парниковий ефект, вибухонебезпечні ситуації
Леткі органічні сполуки	Розкладання органічних відходів	Респіраторні захворювання, алергії

Оптимізація екологічних показників житлово-комунального господарства (ЖКГ) Зміївської ТГ є критично важливою для деескалації локальної екологічної напруги. Зниження обсягів емісії від об'єктів комунальної інфраструктури та приватного житлового фонду досягається через реалізацію таких заходів:

- Модернізація та диверсифікація систем локальної теплогенерації: децентралізація теплопостачання з переведенням застарілих індивідуальних опалювальних установок (твердопаливних котлів і печей на низькоякісному вугіллі та дровах) на низькоемісійні системи — природний газ, електричні кліматичні комплекси та відновлювані джерела енергії (теплові насоси, геліосистеми).

- Кластеризація та рециклінг системи поводження з відходами: розгортання комплексної інфраструктури роздільного збору ТПВ на рівні первинних джерел утворення відходів. Проектування та інтеграція сміттєпереробних/сміттєсортувальних комплексів із технологіями глибокої біоконверсії органічної фракції та рециклінгу вторинної сировини, що дозволить мінімізувати обсяги захоронення відходів на полігонах [35].

Комплексний аналіз джерел забруднення атмосферного повітря в межах досліджуваного регіону дозволяє стверджувати, що якісний склад і рівень деградації приземного шару тропосфери формується під впливом мультикомпонентного антропогенного пресингу. Основними функціональними секторами-дестабілізаторами виступають стаціонарні промислові підприємства, пересувні транспортні потоки, площинні агротехногенні комплекси та локальні об'єкти ЖКГ.

Реалізація стратегії покращення стану атмосферного повітря Зміївської ТГ потребує синергетичного підходу, що базується на п'яти фундаментальних екологічних платформах:

1. Технологічній – інтеграція сучасних багатоступеневих систем сухих та мокрих пилогазоочисних фільтрів (циклонів, скрубєрів, тканинних фільтрів) на стаціонарних промислових джерелах.
2. Інфраструктурній – реструктуризація пасажирських перевезень на користь беземісійного комунального транспорту та оптимізація трафіку ІТС.
3. Енергетичній – санація житлового сектору та перехід до енергоефективних і низькоемісійних локальних опалювальних контурів.
4. Агроекологічній – імплементація принципів точного та органічного землеробства з технологічним табу на термічну утилізацію пожнивних залишків.
5. Управлінській – розвиток локальних систем корпоративного та громадського моніторингу довкілля (citizen science) з метою підвищення прозорості екологічних даних та оперативного реагування на критичні екстремуми забруднення [36].

3.2 Склад речовин, які забруднюють повітря

Класифікація та ідентифікація ключових забруднюючих речовин (полютантів) у межах Зміївської ТГ дозволяє диференціювати їх за генезисом (походженням), характером токсикологічної дії на організм людини та типом деструктивного впливу на компоненти біосфери. До базового емісійного

спектра досліджуваного регіону належать діоксид сірки (SO_2), оксиди азоту (NO_x), дисперсні рухомі частинки (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$), діоксид вуглецю (CO_2), оксид вуглецю (CO), леткі органічні сполуки (ЛОС) та аміак (NH_3) [37].

Нижче наведено розгорнуту науково-технічну характеристику та токсикологічний профіль найбільш поширених газоподібних екотоксикантів:

1. Діоксид сірки (SO_2)

- Техногенні джерела утворення: Високотемпературне спалювання сірковмісного викопного палива (енергетичного вугілля, мазуту, дизельного палива з високим вмістом сульфуру), металургійні процеси, термічна деструкція відходів та нафтопереробка.

- Патоморфологічний вплив на організм: Виступає агресивним іритантом (подразником) слизових оболонок проксимальних відділів дихальних шляхів. Спричиняє рефлекторний бронхоспазм, різко погіршує клінічний перебіг екологічно обумовленої астми, а при тривалій експозиції виступає тригером хронічних обструктивних бронхітів.

- Екосистемна деструкція: Проходить процеси атмосферного фотохімічного окиснення з утворенням сульфатної кислоти (H_2SO_4). Є головним агентом формування кислотних опадів, які викликають закислення (рН-деградацію) ґрунтів, пригнічення лісових біоценозів та токсикацію відкритих гідрокарбонатних водних об'єктів.

2. Оксиди азоту (NO_x : NO , NO_2)

Примітка для рецензента: В оригінальних джерелах іноді помилково вказують формулу N_2O (оксид двоазоту), проте в екології автотранспорту та промислового спалювання оцінюється саме сума оксидів азоту NO_x , де провідну токсикологічну роль відіграє діоксид азоту (NO_2).

- Техногенні джерела утворення: Мобільні джерела (переважно автотранспорт з дизельними та карбюраторними ДВЗ), спалювання природного газу та вугілля на об'єктах теплоенергетики, виробництво будівельних матеріалів (випал цементного клінкера, цегли).

- Патоморфологічний вплив на організм: Глибокий легеневий іритант. Має виражену цитотоксичну дію на альвеолярні макрофаги, руйнує сурфактантну систему легень, суттєво підвищує сприйнятливості дихальної системи до інфекційних агентів та викликає хронічні респіраторні дисфункції.
- Екосистемна деградація: Бере участь у реакціях фотохімічного синтезу вторинних полутантів (тропосферного озону, ПАН), є прекурсором утворення фотохімічного смогу та азотнокислих компонентів вологих атмосферних випадіннь.

3. Діоксид вуглецю (CO₂)

- Техногенні джерела утворення: Загальносистемне спалювання органічного, вуглеводневого та викопного палива всіма секторами промисловості, житлово-комунального господарства та транспортної інфраструктури.
- Патоморфологічний вплив на організм: У природних концентраціях є фізіологічно інертним газовим компонентом. Проте у зонах локального застійного накопичення (закриті урбанізовані простори, зони сильного задимлення) високі парціальні концентрації викликають гіперкапнію, що клінічно маніфестує у вигляді цефалгії (головного болю), запаморочення, компенсаторного тахіпною (задишки) та порушення метаболічного балансу крові.
- Екосистемна деградація: Має виражені оптичні властивості в інфрачервоному діапазоні. Виступає основним антропогенним парниковим газом тривалої дії, що зумовлює зміну радіаційного балансу атмосфери, посилення парникового ефекту та трансформацію кліматичних показників на регіональному рівні.

3.3 Якість атмосферного повітря в населених пунктах громади

Географічне положення та специфіка промислово-інфраструктурного розвитку Зміївської територіальної громади (Харківська область) зумовлюють формування стійких вогнищ стаціонарного та мобільного

аеротехногенного пресингу. Трансформація якісного складу приземного шару атмосфери в межах досліджуваного регіону виступає дестабілізуючим фактором екологічної безпеки, що безпосередньо корелює з показниками захворюваності населення та деградації природних екосистем [38].

Систематизація ключових суб'єктів емісії та генезису забруднюючих речовин дозволяє виділити дві базові категорії джерел:

- Стационарний енергетично-виробничий комплекс: Провідними промисловими емітентами є Зміївська ТЕС ПАТ «Центренерго» та Управління комплексної підготовки газу філії ГПУ «Шебелинкагазвидобування» ПАТ «Укргазвидобування». Хімічний спектр стаціонарних викидів характеризується надходженням дисперсних продуктів згоряння (зола винесення, попіл, сажа), оксидів сірки (SO_2 , SO_3), оксидів азоту (NO , NO_2), монооксиду вуглецю (CO) та сполук аліфатичного ряду (метан CH_4 , етилен C_2H_4).

- Мобільний (лінійний) сектор: Транспортна мережа громади функціонує в умовах підвищеного навантаження, де емісія поллютантів кавітаційно зростає через високий відсоток експлуатації застарілих типів ДВЗ, використання низькофракційного палива та суттєвий знос дорожнього полотна (що збільшує час роботи двигунів у перехідних режимах).

Біосферні деструкції: Окрім безпосереднього токсичного ефекту на організм людини, синергетична взаємодія SO_x та NO_x у вологому повітряному середовищі викликає деградацію фітоценозів через випадіння техногенних кислотних опадів та формування стійких контурів фотохімічного смогу [39].

Сучасний стан атмосферного повітря Зміївської ТГ суттєво обтяжений фактором ведення активних бойових дій на території Харківської області. Проведення оборонних та бойових операцій супроводжується детонацією вибухових речовин, утворенням масштабних техногенних пожеж на промислових об'єктах та лісових масивах.

Це зумовлює неконтрольовану залпову емісію високотоксичних сполук (зокрема ціанідів, важких металів, бенз(а)пірену та діоксинів), що створює екстремальні короткострокові та тривалі токсикологічні ризики для цивільного населення і нівелює природний регенеративний потенціал екосистем.

Стратегічна програма охорони атмосферного повітря та екологічної стабілізації [40].

План інженерно-екологічних та планувальних заходів:

1) Технологічна модернізація та екологізація виробництва (пріоритетний промисловий рівень). Інтеграція сучасних багатоступеневих очисних систем (електрофільтрів, систем десульфуризації та денітрифікації димових газів) на Зміївській ТЕС та об'єктах ГПУ «Шебелинкагазвидобування». Оптимізація режимів спалювання палива для зниження питомих викидів NO_x та незгорілих вуглеводнів.

2) Диверсифікація паливно-енергетичного балансу (макроструктурний рівень). Поступове декарбонізаційне заміщення викопних енергоресурсів шляхом інтеграції об'єктів відновлювальної енергетики (ВДЕ — сонячної та вітрової генерації). Впровадження муніципальних програм термомодернізації житлового фонду та громадських будівель для зниження витрат палива на теплогенерацію.

3) Оптимізація фітомеліоративного каркаса (біосферно-планувальний рівень). Цілеспрямоване розширення площі зелених насаджень загального та спеціального призначення. Створення санітарно-захисних лісосмуг навколо промислових майданчиків та буферних фітозон уздовж транспортних магістралей для депонування CO₂, абсорбції газоподібних полутантів та уловлювання пилових фракцій (PM).

4) Розгортання автоматизованої системи моніторингу (контрольно-аналітичний рівень). Організація сучасної мережі стаціонарних та мобільних постів автоматизованого екологічного моніторингу атмосфери. Це забезпечить безперервний збір і верифікацію даних щодо концентрацій

пріоритетних домішок, оперативне прогнозування зон поширення факела викидів та інформаційну підтримку прийняття управлінських рішень [41].

РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТІВ

4.1 Структура та стан земель регіону

Геоморфологічна структура території Зміївської територіальної громади представлена хвилястою рівниною, розчленованою ерозійною мережею та річковими долинами. Загальний тренд похилу поверхні спостерігається у південно-західному напрямку (у бік басейну р. Дніпро) та у південно-східному (у напрямку гідрографічної мережі р. Сіверський Донець).

Оптимізація та моніторинг просторового розвитку громади базується на аналізі структури її земельного фонду. Загальна площа земель у межах адміністративно-територіального устрою Зміївської ТГ становить 79 242 га (792,42 км²) [42].

На основі державних форм статистичної звітності сформовано диференційований баланс розподілу земельних ресурсів за категоріями цільового призначення:

Просторова архітектоніка земельного фонду Зміївської ТГ фіксує виражений аграрно-лісогосподарський профіль розвитку регіону. Сумарна частка сільськогосподарських та лісових угідь становить 90,0% від загального територіального масиву, що зумовлює пріоритетні вектори природокористування [44]:

- Агровиробничий домен: Висока питома вага орних земель (38,3% від загальної площі) визначає монопрофільну спеціалізацію рослинницького сектору ТГ. Основними агротехнологічними культурами в сівозмінах великих землекористувачів є озима пшениця, ячмінь, кукурудза на зерно, горох, просо, соя, соняшник, а також ярий та озимий ріпак. Такий характер землекористування формує економічний базис громади, проте створює значне пестицидне та ерозійне навантаження на ґрунтовий покрив.
- Екологічно-стабілізуючий домен: Коефіцієнт лісистості громади (частка лісових земель становить 34,8%) є високим для Харківської області.

Таблиця 4.1 - Диференційований баланс розподілу земельних ресурсів
[43]

Категорія та підкатегорія земельного фонду	Площа, га	Частка від загальної площі громади, %	Функціонально-господарське призначення
1. Землі сільськогосподарського призначення	43 024,32	54,3	Агровиробничий комплекс
Рілля	30 384,78	38,3	Інтенсивне рослинництво (зернові, технічні культури)
Пасовища	6 086,75	7,7	Екстенсивне кормовиробництво, тваринництво
Сіножаті	5 069,32	6,4	Заготівля грубих кормів
Багаторічні насадження	1 483,48	1,9	Садівництво та ягідництво
2. Землі лісогосподарського призначення	28 281,78	35,7	Біосферно-регулятивний комплекс
Лісові землі	27 557,72	34,8	Створення кисневого балансу, водоохоронні функції
Чагарники	724,06	0,9	Протиерозійні та захисні біоценози
3. Землі історико-культурного призначення	10 255,73	12,9	Охорона пам'яток археології, історії та культури
4. Забудовані землі	2 759,88	3,5	Урбанізовано-промисловий комплекс
Промисловість, транспорт, зв'язок, енергетика	857,69	1,1	Розміщення об'єктів критичної та виробничої інфраструктури
Житлова та громадська забудова	328,77	0,4	Селітебна інфраструктура населених пунктів
Інші забудовані землі	1 573,42	2	Комунальні та спеціальні території
5. Землі водного фонду	1 127,53	1,4	Гідрографічна мережа, водопостачання, рибогосподарство
6. Землі природно-заповідного фонду	н/д	—	Дані в первинній звітності не диференційовані
РАЗОМ	79 242,00	100	Загальний просторовий базис ТГ

- Лісові масиви виконують критичну екосистемну функцію — діють як природний фітомеліоративний бар'єр, який депонує парникові гази,

абсорбує техногенні викиди Зміївської ТЕС і Шебелинського ГПУ та стабілізує гідрологічний режим річкових долин [45].

4.2 Ґрунти

Просторова диференціація ґрунтового покриву Зміївської територіальної громади зумовлена її географічним розташуванням у центральній-південній частині Харківської області, де геоморфологічні умови лісостепової зони та заплавної терас річкових долин сформували мозаїчний педотрансект [46].

Оснoву земельного потенціалу агропродуцtного комплексу громади складають ґрунти автоморфного ряду, серед яких домінують різні підтипи чорноземів та сірих лісових ґрунтів [47].

Морфоструктурний профіль ключових генетичних типів ґрунтів:

- Чорноземи звичайні: Наймасовіший зональний підтип на території громади. Потужність гумусового профілю (Н+Н_р) варіюється в межах 70–100 см, що забезпечує стабільно високий рівень природної родючості та стійкості до деградаційних процесів.
- Чорноземи типові: Мають максимальний акумулятивний потенціал. Потужність високогумусованого горизонту досягає 110–120 см, характеризуються високою ємністю поглинання та оптимальними водно-фізичними властивостями.
- Чорноземи опідзолені та вилужені: Представлені на перехідних геоморфологічних елементах, характеризуються наявністю ознак елювіального процесу у нижній частині профілю.

Для систематизації педологічних характеристик регіону сформовано узагальнену матрицю ґрунтових ресурсів.

Якісна архітектоніка педосфери Зміївської ТГ виступає первинним природно-ресурсним базисом, що визначає спеціалізацію регіонального природокористування. Висока питома вага середньо- та глибокогумусованих чорноземних підтипів створює сприятливі передумови для інтенсивного ведення товарного агропродуцtства [49].

Таблиця 4.2 - Узагальнена матриця ґрунтових ресурсів [48]

Генетичний тип / підтип ґрунту	Потужність гумусового горизонту, см	Літологічна основа та умови формування	Агротехнологічний потенціал та екологічний стан
Чорноземи звичайні та типові	70–120	Лесові породи плакорів та пологих схилів під лучно-степовою рослинністю.	Еталонна родючість; базовий субстрат для вирощування провідних зернових та технічних культур.
Чорноземи опідзолені та вилужені	70–90	Периферійні ділянки вододілів, зони історичного впливу широколистяних лісів.	Високий; потребують контролю бездефіцитного балансу гумусу та вапнування (за умов гідролітичної кислотності).
Темно-сірі лісові ґрунти	50–60	Хвилясті вододільні плато, заліснені схили. За фізико-хімічними властивостями наближаються до опідзолених чорноземів.	Середній; схильні до водної ерозії, потребують впровадження ґрунтозахисних сівозмін.
Дерново-підзолисті ґрунти	Промивний тип профілю	Піщано-супіщані відклади борових (надзаплавних) терас річкових долин (р. Сіверський Донець).	Низький бонітет; використовуються переважно під лісогосподарські культури (соснові бори) або пасовища.

Водночас наявність легких за гранулометричним складом дерново-підзолистих ґрунтів борових терас обмежує суцільну розораність території, виступаючи природним лісотехнічним бар'єром, що сприяє збереженню ландшафтного біорізноманіття та стабілізації екологічної рівноваги в межах Східноукраїнського лісостепового регіону [50].

4.3 Деградація земель

Деградація земель екологічною наукою дефініюється як регресивний процес, за якого на функціональну цінність біофізичного або біохімічного середовища деструктивно впливає комплекс природно-антропогенних чинників [1, 2]. У науковому дискурсі зазначене явище інтерпретується як стійка негативна трансформація або порушення профілю екосистеми, що сприймається як небажане та шкідливе для біосфери [3]. Попри те, що суто природні стихійні лиха виключені з переліку першопричин деградації, опосередкована діяльність людини здатна каталізувати їхню частоту та амплітуду (зокрема, антропогенно зумовлені повені чи масштабні пожежі) [51].

Прогностичні моделі експертних кіл свідчать, що деградація педосфери виступає одним із домінантних викликів XXI століття, який безпосередньо лімітує продуктивність агроценозів, провокує незворотну втрату біорізноманіття, дестабілізує суміжні компоненти довкілля та загрожує глобальній продовольчій безпеці [4]. Наразі ерозійними та деструктивними процесами різного ступеня інтенсивності охоплено до 40% світового фонду сільськогосподарських угідь [5].

У науковій практиці виділяють чотири фундаментальні критерії оцінки деградації земель та її екологічних наслідків:

- Продуктивно-біомасовий критерій: Фіксує тимчасове або перманентне зниження біологічної продуктивності земель, втрату загальної біомаси, збіднення рослинного покриву та вимивання поживних речовин із ґрунтового профілю.
- Ресурсно-забезпечувальний критерій: Вимірює втрату здатності ландшафту виступати життєзабезпечувальним базисом для людських популяцій порівняно з ретроспективними даними землекористування.
- Біотичний критерій: Відображає зниження індексу біорізноманіття, спрощення структури та втрату резистентності екосистем через загальну деградацію екотопу.

- Ризикологічний критерій: Характеризує кумулятивне зростання екологічної вразливості середовища до кризових явищ порівняно з фоновим (історичним) рівнем безпеки [52].

Слід зауважити, що ідентифікація деградаційних процесів часто ускладнюється колізією інтересів різних суб'єктів природокористування. Так, залучення крутих схилів у регіонах із високим рівнем опадів під просапні культури з точки зору екології є критичним ризиком активізації водної ерозії, тоді як із позицій агробізнесу цей крок розглядається як інвестиційна можливість отримання швидкого маржинального прибутку [11].

Класична класифікація типів деградації (водна, вітрова, механічна ерозія; фізичне, хімічне та біологічне виснаження) за останні пів століття доповнилася чотирма новітніми екзогенними формами деструкції [12]:

1. Техногенно-хімічне забруднення продуктами промислової, агрохімічної та гірничовидобувної діяльності.
2. Абсолютна втрата ґрунту (відчуження) внаслідок урбанізації, розширення лінійного транспортного будівництва та промислової експансії.
3. Штучна радіоактивність (як наслідок зафіксованих аварійних інцидентів та випробувань).
4. Просторові обмеження землекористування, безпосередньо обумовлені наслідками збройних конфліктів [53].

Загалом сучасна моніторингова номенклатура виділяє понад 36 типів деградації земель (зокрема підкислення, дегумусифікація, засолення, аридифікація, замулення тощо), кожна з яких ініційована або значно інтенсифікована антропогенним тиском.

2. Специфіка та деструктивні чинники деградації земель Зміївської ТГ

Зміївська територіальна громада повною мірою репродукує загальнонаціональні тенденції деградації ґрунтового покриву. За наявними моніторинговими даними, близько 35,3% сільськогосподарських угідь громади зазнали ерозійних процесів різного ступеня прояву, що потребує негайного розгортання програм рекультивації.

Сучасна архітектоніка деструктивних процесів у межах ТГ сформована під впливом чотирьох домінантних екологічних чинників (табл. 4.3) [54].

Таблиця 4.3 – Домінантні екологічні чинники

Деструктивний екологічний чинник	Механізм деструктивного впливу на педосферу ТГ	Екологічні наслідки для ландшафту
Ерозійні процеси (водна та вітрова ерозія)	Змивання верхнього гумусованого горизонту зливовими потоками на схилах; видування дрібнодисперсних фракцій під час посушливих періодів.	Падіння природного бонітету ґрунтів, руйнування мікроструктури, втрата поживних елементів (N,P,K).
Екзогенний воєнний вплив (обстріли, прохід важкої техніки)	Пряма механічна деструкція профілю вирвами, переущільнення важкою гусеничною технікою, хімічне забруднення залишками порохових газів, мелінітом, важкими металами.	Повна втрата біологічної активності ґрунту, фізична деградація, виникнення вогнищ стійкого токсичного забруднення.
Підвищення рівня ґрунтових вод	Підтоплення понижених елементів рельєфу та заплавних терас через порушення природного дренажу та гідротехнічні зміни.	Заболочування земель, перехід хімічних процесів в анаеробний (глейовий) стан, різке зниження агровиробничого потенціалу.
Гравітаційні процеси (зсуви)	Зміщення великих мас ґрунтоґрунтів на крутих схилах річкових долин та балок під дією сили тяжіння та перезволоження.	Повне фрагментарне знищення ґрунтового покриву та рослинних біоценозів, руйнування локальних лінійних інфраструктурних об'єктів.

Ліквідація наслідків деградації та перехід до сталого землекористування в межах громади вимагає реалізації системного комплексу відновлювальних заходів [55]:

Програма інженерно-екологічної та біомеліоративної рекультивації

- 1) Нейтралізація гідролітичної кислотності ґрунтів (хімічна

оптимізація) - Проведення планового вапнування кислих підтипів ґрунтів (сірих лісових, опідзолених) шляхом внесення кальційвмісних меліорантів (дефекату, крейди, вапнякового борошна) для оптимізації рН-середовища та покращення поглинального комплексу.

2) Меліорація солонців та засолених угідь (фізико-хімічна стабілізація) - Впровадження комплексу заходів зі зниження концентрації легкорозчинних солей та заміщення обмінного натрію на кальцій (гіпсування), що стимулює відновлення пористості, агрегатного стану та водно-фізичних властивостей деградованих ділянок.

3) Встановлення та винесення в природу прибережних захисних смуг (гідроекологічний захист) - Формування залужених та заліснених буферних зон уздовж гідрографічної мережі (р. Сіверський Донець та її приток). Даний захід виступає біофільтраційним бар'єром, що нівелює берегову ерозію та запобігає дифузному змиву агрохімікатів у водойми.

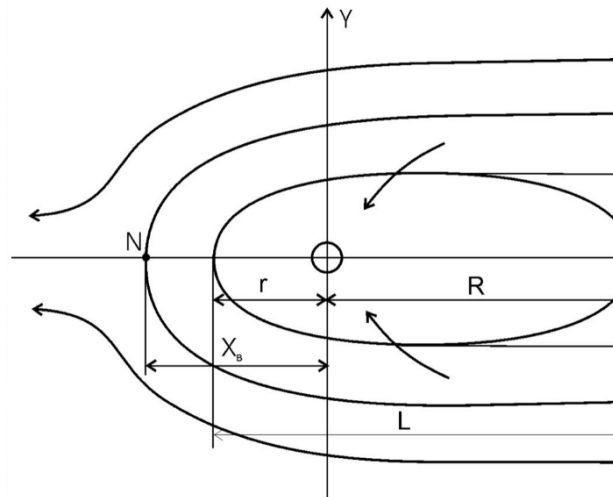
4) Ерозійне регулювання через розширення лісистості (фітомеліоративний каркас) - Цілеспрямоване лісорозведення на непридатних для інтенсивного землеробства еродованих схилах, балках та яругах. Створення та відновлення системи полезахисних лісосмуг для мінімізації швидкості приземного вітру та скріплення ґрунтового матриксу кореневими системами [56].

РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ЗОН САНІТАРНОЇ ОХОРОНИ ВОДОЗАБОРІВ ПИТНИХ ВОД

Розрахунок першого та другого поясів

Перший пояс - декретний, згідно нормативів для поміж пластових вод має радіус 30 м:

$$R_1 = 30 \text{ (м)}$$



Рисунорк 5.1 – Схема зони санітарної охорони водозабору

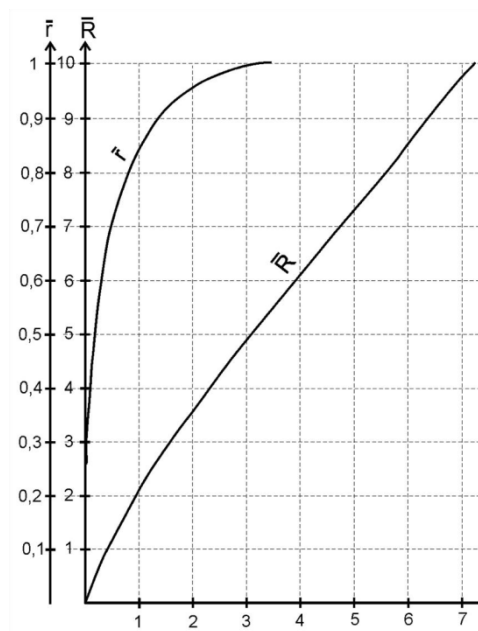


Рисунок 5.2 – Графік довжини ЗСО

Розміри другого і третього поясів ЗСО розраховуються для даних умов малого ухилу пезометричного рівні - як для басейну підземних вод, тобто без

урахування їх латерального руху. Для цього використовується формула Білецького:

$$R = \sqrt{(Q \cdot t) / (\pi \cdot n \cdot m)}, \quad (5.1)$$

де Q – водовідбір перспективний, згідно обґрунтованої потреби = 130 м³/добу;

t – час роботи водозабору. Для другого поясу (захист від бактеріальних забруднень) - 200 діб; для третього поясу (захист від хімічних і бактеріальних забруднень) - 25 років, або 9125 діб;

m – потужність експлуатаційного водоносного горизонту палеоценових пісковіків = 16 м;

n – активна пористість водоносних порід = 0,12.

Розрахунок радіусу 2-го поясу:

$$R_2 = \sqrt{(Q \cdot t) / (\pi \cdot n \cdot m)} = \sqrt{(130 \cdot 200) / (3,14 \cdot 0,12 \cdot 16)} = 65,7 \text{ (м)}, \text{ приймаємо } 66 \text{ м.}$$

Розрахунок радіусу 3-го поясу:

$$R_3 = \sqrt{(Q \cdot t) / (\pi \cdot n \cdot m)} = \sqrt{(130 \cdot 9125) / (3,14 \cdot 0,12 \cdot 16)} = 443,9 \text{ (м)}, \text{ приймаємо } 444 \text{ м [57].}$$

РЕКОМЕНДАЦІЇ

Для нівелювання встановлених деструктивних екологічних трендів та забезпечення збалансованого природокористування на території Зміївської територіальної громади обґрунтовано необхідність реалізації диференційованого комплексу заходів. Програма дій структурована за функціонально-компонентними векторами:

1. Комплексна гідроекологічна санація та охорона водних ресурсів

- Технологічна модернізація водоочисних комплексів: Впровадження інноваційних методів глибокої біологічної деструкції, сорбційного та мембранного очищення зворотних вод на промислових об'єктах та комунальних підприємствах селітебних зон громади. Пріоритетом є реконструкція зношених очисних споруд локальних побутових стоків.

- Агроекологічна регламентація: Оптимізація норм внесення мінеральних добрив та перехід до інтегрованих систем захисту рослин. Стимулювання розвитку сертифікованого органічного землеробства для зниження дифузного вимивання сполук азоту й фосфору в акваторії.

- Інструментальний контроль: Розрахунок та впровадження автоматизованої системи безперервного гідрохімічного моніторингу ренатуралізованих і штучних водних екосистем (включаючи р. Сіверський Донець) із фіксацією динаміки параметрів ГДК у реальному часі.

2. Оптимізація аеротехногенного стану та розвиток екотранспортної логістики

- Модернізація стаціонарних джерел емісії: Промислова реновація газоочисного та пиловловлювального устаткування на ключових підприємствах громади із застосуванням найкращих доступних технологій (BAT — *Best Available Techniques*).

- Концепція «Зеленої логістики» (Green Logistics): Оптимізація маршрутів вантажопотоків, капітальний ремонт і диверсифікація дорожньої мережі для мінімізації транзитних затримок. Стимулювання розвитку комунального

електротранспорту та мікромобільної інфраструктури.

- Аерометричний моніторинг: Організація локальної мережі автоматизованих постів спостереження за якістю приземного шару атмосфери в зонах максимального кумулятивного ризику (на межі санітарно-захисних зон промислових гігантів та житлової забудови).

3. Контурно-меліоративна організація та рекультивація земельного фонду

- Впровадження ґрунтозахисного землеробства: Перехід до технологій *No-till* та *Strip-till*, впровадження сидеральних та ерозійностійких сівозмін на схилових землях.

- Протиерозійний фітомеліоративний каркас: Лісорозведення на непридатних для оранки землях, терасування еродованих схилів та створення постійних залужених буферних смуг.

- Військово-екологічна рекультивація: Розгортання спеціалізованих програм детоксикації, розмінування та фізико-хімічного відновлення родючого шару ґрунтів, що зазнали безпосереднього руйнування внаслідок бойових дій (вирви від обстрілів, прохід важкої техніки).

Послідовність інтеграції еколого-промислових та соціальних реформ

Для збалансування промислового потенціалу та демографічного відновлення ТГ розроблено поетапний алгоритм модернізації інфраструктури:

1. Екологізація промислового сектору (Cleaner Production)

Етап 1: Технологічний аудит - Впровадження закритих безвідхідних циклів виробництва, мінімізація питомого енерго- та ресурсоспоживання. Створення замкнутих систем утилізації та глибокої переробки промислових відходів, підвищення юридичної та фінансової відповідальності менеджменту підприємств за порушення природоохоронного законодавства.

2. Модернізація транспортно-інфраструктурного каркаса

Етап 2: Просторова логістика - Реконструкція дорожнього покриття з використанням зносостійких матеріалів для зменшення пилоутворення та шумового тиску. Масштабування маршрутних ліній екологічного громадського транспорту, зниження транзитного навантаження на

внутрішньоселітебні зони ТГ.

3. Стабілізація та відновлення демографічного потенціалу

Етап 3: Соціально-екологічний відгук - Створення високотехнологічних «зелених» робочих місць у наукомістких та переробних галузях. Формування муніципальних програм підтримки молодих спеціалістів (пільгове цільове кредитування житла, розвиток мережі соціальної інфраструктури) та якісна оптимізація первинної і вторинної ланок медичного обслуговування з акцентом на профілактику екологічно обумовлених патологій.

Для систематизації результатів дослідження та впровадження інженерно-екологічних рішень розроблено фінальну матрицю стратегічного планування:

Таблиця 6.1 – Матриця стратегічного планування

Об'єкт екологічного менеджменту	Провідний деструктивний процес	Рекомендований інструмент стабілізації	Очікуваний екологічний ефект
Поверхневі та підземні води	Евтрофікація, токсифікація сполуками азоту та фосфору.	Впровадження замкнутих циклів водокористування, винесення в природу прибережних захисних смуг.	Зниження рівня антропогенного навантаження на р. Сіверський Донець до рівня «задовільний/чистий».
Атмосферне повітря	Газопилова завантаженість приземного шару селітебних зон.	Монтаж сухих електрофільтрів на ТЕС; розгортання автоматизованої мережі моніторингу повітря.	Мінімізація інгалаційного ризику для населення; досягнення нормативів за NO _x та SO ₂ .
Земельні ресурси та педосфера	Дегумусифікація, площинна водна ерозія, воєнна деструкція.	Вапнування, гіпсування, контурно-меліоративна організація території, рекультивація вирв.	Відновлення гумусового балансу; стабілізація протиерозійної стійкості ландшафту.
Соціально-екологічна система	Депопуляція та зниження тривалості життя через екологічний тиск.	Створення фітомеліоративних захисних бар'єрів, зниження шумового та хімічного пресингу.	Зниження показників екологічно обумовленої соматичної захворюваності жителів громади.

ВИСНОВКИ

Проведене комплексне дослідження дозволило виконати системний екологічний аудит та просторово-компонентний аналіз стану навколишнього природного середовища Зміївської територіальної громади, ідентифікувати провідні деструктивні чинники антропогенного та екзогенного походження, а також обґрунтувати стратегічні вектори мінімізації екологічних ризиків.

Основні наукові та практичні результати роботи зведені до таких положень:

1. Фізико-географічний та ландшафтно-екологічний базис

Природно-ресурсний потенціал Зміївської ТГ визначається її розташуванням у лісостеповій зоні в межах басейну середньої течії р. Сіверський Донець. Комбінація розчленованого плакорно-схилового рельєфу, помірно-континентальних кліматичних умов та наявності потужного педотрансекту (переважно представленого типовими та звичайними чорноземами) формує високий природний бонітет і значний асиміляційний потенціал місцевих екосистем. Гідрографічна мережа громади, що базується на р. Сіверський Донець, її притоках та штучних водоймах, є ключовим ландшафтно-стабілізуючим ядром регіону.

2. Оцінка гідроекологічного стану та антропогенного навантаження на аквасистеми

Моніторинг якісних параметрів поверхневих і підземних водних об'єктів зафіксував стійку тенденцію до деградації гідрохімічного режиму. Основними чинниками виступають точкові скиди промислових і комунальних зворотних вод, а також дифузне надходження змивів з інтенсивно експлуатованих агроценозів. Інтегральне забруднення характеризується хронічним перевищенням гранично допустимих концентрацій (ГДК) за такими екотоксикологічними показниками:

- Специфічні промислові екотоксиканти (важкі метали)
- Манган (марганець) та Залізо загальне

- Мідь та Цинк
- Важкі метали зольного походження (Нікель, Хром, Свинець)
- Біогенні речовини та сполуки азотного групи
- Азот амонійний (амоній-іони)
- Нітрит-іони та Нітрати
- ХСК (Хімічне споживання кисню) та БСК₅ (Біохімічне споживання кисню)
- Сульфати та Хлориди
- Нафтопродукти
- Залишкові кількості пестицидів (зокрема, хлорорганічних сполук та сучасних гербіцидів типу тербутилазину)

Обґрунтовані зони санітарної охорони для свердловинного водозабору. Радіуси зон становлять: зона суворого режиму – 30 м; другий пояс – 66 м, третій – 444 м.

3. Стан атмосферного повітря та моніторинговий дефіцит

Аеротехногенна ситуація в межах ТГ формується під впливом стаціонарних емітентів енергетичного й переробного секторів (Зміївська ТЕС, об'єкти газовидобування) та лінійних джерел (мобільний автотранспорт). Хімічний профіль емісії включає значні обсяги оксидів азоту (NO_x), діоксиду сірки (SO₂), монооксиду вуглецю (CO) та дрібнодисперсних пилових фракцій (PM_{2.5}, PM₁₀). Науково обґрунтовано, що відсутність у громаді автоматизованих стаціонарних постів державного екологічного моніторингу унеможливорює оперативний дискретний контроль якості повітря, детермінує інформаційний дефіцит і блокує системи раннього екологічного сповіщення.

4. Деструкція та втрата ґрунтового бонітету

Ґрунтовий покрив досліджуваної території перебуває в стані прогресуючої деградації. Інтенсивне сільськогосподарське використання на тлі високої розораності угідь спровокувало активізацію процесів водної та вітрової ерозії. Ситуація ускладнюється локальними явищами вторинного підтоплення, заболочування та солонцюватості. Комплекс цих факторів веде

до стійкої дегумусифікації, руйнування архітекtonіки ґрунтового профілю та суттєвого зниження економічної цінності земельного фонду.

5. Соціально-демографічні трансформації та екологічна залежність

Екологічний деструктуризм безпосередньо віддзеркалюється на демографічному профілі громади. Аналіз кривих природного та міграційного руху населення виявив стійку депопуляцію, зумовлену трьома негативними векторами:

6. Економіко-екологічний дисбаланс промислово-транспортного комплексу

Виробничий каркас ТГ (харчова, переробна та будівельна промисловість), спільно з розгалуженою залізничною та автомобільною логістичною мережею, виконує провідну бюджетоутворювальну функцію, забезпечуючи економічну життєздатність регіону. Проте поточна модель їхньої експлуатації є екологічно незбалансованою і супроводжується значним техногенним тиском — акумуляцією промислових відходів, шумовим навантаженням та масштабним газопиловим забрудненням суміжних ландшафтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сак Т. В., Більо І. О., Ткачук Ю. Е. Еколого-економічні наслідки російсько-української війни: Економіка та суспільство. 2022. №38.
2. Лесько Н. В. Земельний фонд України: сутність поняття та структура: Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія : Юридичні науки. 2015. № 824.174-178 с.
3. Деніфсов Н., Аверін Д. Оцінка екологічної шкоди та пріоритети відновлення довкілля на сході України. К.: ВАІТЕ, 2017. 88 с.
4. Василюк О., Норенко К. Вплив військової діяльності на природу України: посібник - Видавництво «Компанія "Манускрипт"». Львів, 2019. 68 с.
5. Блага А.Б., Загороднюк І.В., Короткий Т.Р., Мартиненко О.А., Медведєва М.О., Пархоменко В.В. На межі виживання: знищення довкілля під час збройного конфлікту на сході України: Українська Гельсінська спілка з прав людини. К., Кит, 2017. 88 с.
6. Джура Н.М. Військові аспекти деградації біосфери: Polish journal of science, 2020. №28. С. 3-5.
7. Василюк О., Колодежна В. Якою повинна бути доля пошкоджених вибухів українських територій?: UWEC Work Group Journal, 2022. №2. С. 3-17.
8. Овчинніков О. Зелене відновлення України: UWEC Work Group Journal, 2022. №2. С. 35-43.
9. Бойченко Р.В., Михайлов А.М., Романенко В.А. Сучасний стан використання земельних ресурсів України: СНАУ, 2017.
10. Гунько Л.А., Мединська Н.В., Колганова І.Г. Територіальні ресурси України та їх місце у європейському та глобальному вимірах: Приазовський економічний вісник. 2017. №4. С. 67-73.
11. Боклаг В.А., Александрова Н.Б. Оптимізація структури земельного фонду в системі державного управління земельними ресурсами України: Держава та регіони. Серія: Державне управління, 2013. №2. С. 43-46.
12. Красюк Н.І. Земельні відносини в Україні як об'єкт адміністративно-правового регулювання: Науковий вісник Національної академії внутрішніх

справ, 2015. №1. С. 180-188.

13. Стрішенець О. Стан та перспективи землекористування в Україні: порівняльний аналіз й інтенсифікуюча політика: Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки, 2015. №4. С. 85-90.

14. Хилько М. І. Екологічна безпека України: Навчальний посібник. К., 2017. 267 с.

15. Сидорішина Ю.Г., Калінін І.В. Негативний вплив військових дій на стан нашої планети: Екологічні наслідки військових дій. Матеріали науково-практичної конференції. Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. Київ, 2018. С. 7-11.

16. Шпак А.В., Калінін І.В. Воєнний «екоцид» - варварський вплив на планету: Екологічні наслідки військових дій. Матеріали науково-практичної конференції. Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. Київ, 2018. С. 56-59.

17. Кардаш Д.М., Лазебна О.М. Наслідки впливу військових дій на навколишнє середовище: Екологічні наслідки військових дій. Матеріали науково-практичної конференції. Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. Київ, 2018. С. 79-81.

18. Личман В. Лазебна О.М. Вплив військових дій на природу та формування белігеративних ландшафтів: Екологічні наслідки військових дій. Матеріали науково-практичної конференції. Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. Київ, 2018. С. 81-84.

19. Кустовський Є.О., Лазебна О.М. Трансформація рослинного покриву як наслідок військових дій: Екологічні наслідки військових дій. Матеріали науково-практичної конференції. Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. Київ, 2018. С. 85-87.

20. Данильченко А. І., Лапи́га І. В. Екологічні загрози військових дій на Донбасі: Екологічні наслідки військових дій. Матеріали науково-практичної конференції, - Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова.

Київ, 2018. 88-91 с.

21. 100 днів війни - ГО «Діксі Груп», 2022. 22 с.

22. Нагірняк Т. Б., Грабовський Р. С., Грицина М. Р. Еколого-економічні аспекти раціонального використання і охорони земельних ресурсів в Україні. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. 2017. №79. С. 111–116.

23. Щетина М.А. Сучасний стан використання земельних ресурсів в Україні та Черкаській області. Збірник наукових праць Вінницького національного університету. Серія «Економічні науки». Вінниця, 2011. Вип. 4(70). С. 200 - 203.

24. Економічні, екологічні та соціальні аспекти використання земельних ресурсів в Україні: колективна моногр. / за ред. д-ра екон. наук, професора, чл.-кор. НААН О.В. Ульянченка. Харк. нац. аграр. ун-т. Харків: Смугаста тип., 2015. С. 245–254.

25. Третяк А.М., Третяк В.М., Прядка Т.М., Трофименко П.І., Трофименко Н.В. Земельні ресурси та їх використання: навч. пос. [за заг. ред. А.М. Третяка]. Біла Церква: «ТОВ «Білоцерківдрук», 2022. 304 с.

26. Сергієнко С.С. Земельні ресурси: поняття, суть, значення: Причорноморські економічні студії. Економіка та управління підприємствами, 2019. №37. 121-125 с.

27. Екологічні наслідки війни. Пів року болю України. 2022. URL: <https://eco.rayon.in.ua/blogs/536709-ekologichni-naslidki-viyni-piv-roku-bolyu-ukraini> (дата звернення 29.05.2026).

28. Про затвердження Методики визначення розміру шкоди завданої землі, ґрунтам внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану: наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 04.04.2022 р. №167. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0406-22#Text> (дата звернення 29.05.2026).

29. Офіційний сайт Міністерства економіки, довкілля та сільського господарства України. URL: <https://me.gov.ua/?lang=uk-UA> (дата звернення 22.05.2026).

30. Воєнні дії на сході України — цивілізаційні виклики людству / Львів: ЕПЛ, 2015. 136 с.
31. Норенко К. Наслідки розривів снарядів на сході України: понівечена отруєна земля: Екологія. Право. Людина. 2015. № 23–24. С.63–64.
32. Природа та війна: як військоове вторгнення Росії впливає на довкілля України. 2022. URL: <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html>
33. Блекот О.М., Марущенко В.В. Основи екологічної безпеки військ : підручник; за ред. С. Р. Артем'єва. – Харків : Підручник НТУ «ХПІ». 2012. 308 с.
34. Кучер В.О., Євхутіч І.М., Парасюк В.М. Забезпечення екологічної безпеки на території окупованого Донбасу: Юридичний науковий електронний журнал, 2021. №9. С. 115-118.
35. Личенко І.О. Проблеми екологічної безпеки тимчасово окупованих територій Донецької та Луганської областей та організаційно-правові засади їхнього вирішення: Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Юридичні науки, 2016. № 845. С. 279–284.
36. Стойко С.М., Койнова І.Б. Сучасні види антропогенного впливу на життєве середовище: Український географічний журнал, 2012. №1. С. 50-57.
37. Петрухін С.Ю., Пісня Л.А., Чеботарьова О.В., Кірієнко М.М. Екологія військової діяльності в аспектах впливу на АПК України: Інженерія природокористування, 2015. №2(4). С. 106–118.
38. Курепін В. М. Воєнні конфлікти, як глобальні екологічні проблеми суспільства: Педагогічні інновації : матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції - Миколаїв : МНАУ, 2021 р. С. 156-158.
39. Тарнавський А.Б., Хром'як У.В. Залучення підрозділів Державної служби з надзвичайних ситуацій до розмінування та рекультивация територій, порушених внаслідок воєнних дій на сході: Науковий вісник НЛТУ України, 2015. №25.9. С. 190-196.
40. Глушук В.Р., Трус І.М. Забруднення ґрунтів внаслідок війни: Перспективи виробництва біосировини енергетичних культур на

рекультивованих землях: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції – Дніпро : ДДАЕУ. 2022. С. 168-171.

41. Дідовець Ю.Ю., Колосков В.Ю., Колоскова Г.М. Аналіз компонентів забруднення ґрунтів під час вибухів: Перспективи виробництва біосировини енергетичних культур на рекультивованих землях: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції – Дніпро : ДДАЕУ, 2022. С. 179-181.

42. Купінець Л.Є. Економіко-екологічні збитки від псування земель сільськогосподарського призначення в регіонах активних військових дій: Перспективи виробництва біосировини енергетичних культур на рекультивованих землях: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції – Дніпро : ДДАЕУ, 2022. С. 187-190.

43. Чуйко Д.В. Екологічні наслідки бойових дій для сільського господарства та навколишнього середовища України: Перспективи виробництва біосировини енергетичних культур на рекультивованих землях: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції – Дніпро : ДДАЕУ, 2022. С. 202- 205.

44. Куліш І.М. Війна і сільськогосподарське виробництво: світовий досвід: Перспективи виробництва біосировини енергетичних культур на рекультивованих землях: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції – Дніпро : ДДАЕУ, 2022. С. 185-197.

45. Гоцій Н.Д., Кендзьора Н.З., Шуплат Т.І. Воєнний екоцид та вплив російської військової агресії на довкілля: Перспективи виробництва біосировини енергетичних культур на рекультивованих землях: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції – Дніпро : ДДАЕУ, 2022. С. 171-175.

46. Сайт Державної екологічної інспекції Сумської області. URL: <https://www.sumy.dei.gov.ua/> (дата звернення 18.05.2026).

47. Проект Плану відновлення України: Національна рада з відновлення України від наслідків війни. Матеріали робочої групи «Екологічна безпека». 2022. URL:

<https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/environmentalsafety-assembly.pdf> (дата звернення 15.05.2026)

48. Хром'як У.В., Тарнавський А.Б. Особливості впливу воєнних дій на навколишнє середовище східної України: ЛДУ БЖД. 2015.

49. Екологічна ситуація під час воєнного стану: Офіційна газета ВТЛ–Вінниця 2022. URL: <https://vtl.in.ua/wpcontent/uploads/2022/04/newspaperekospeczvypusk.pdf> (дата звернення 28.05.2026).

50. Требін М. Війни в історії людства та їхні наслідки: уроки для України: Вісник Львівського університету. 2015. №6. С. 89–99.

51. Оцінка впливу запланованої господарської та іншої діяльності на навколишнє середовище // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. С. 133-134.

52. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» № 2059-19 від 23.05.2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/2059-19> (дата звернення 19.05.2026).

53. Конвенція про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті 1991 // Юридична енциклопедія : [у 6 т.] / ред. кол.: Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) [та ін.]. К. : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 2001. Т. 3 : К. 792 с.

54. Human Induced Land Degradation is Preventable. United States Department of Agriculture – Natural Resources Conservation Service. 2006. Retrieved 20 June, 2006.

55. Eswaran, H.; R. Lal; P.F. Reich (2001). Land degradation: an overview. Responses to Land Degradation. Proc. 2nd. International Conference on Land Degradation and Desertification. New Delhi: Oxford Press. Retrieved 20 June 2006.

56. D. L. Johnson and L. A. Lewis. Land Degradation: Creation and Destruction, 2nd edition, Rowman and Littlefield, Lanham, Boulder, New York, Toronto, Oxford, 2007.

57. Яковлев В.В. Розрахунок зон санітарної охорони: навч.-метод. посіб. Харків: ХНУМГ ім. О.М.Бекетова. 12 с.