

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально - науковий інститут екології
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

ВПЛИВ ЗМІЇВСЬКОЇ ТЕС НА КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ

Виконав: студент 4 курсу, групи ДЕ-42
спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Автор _____ / Роман НІКІШОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ / доц. Іветта КРИВИЦЬКА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри _____ / проф. Алла НЕКОС
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ / Марина ЩОКІНА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ / Світлана БУРЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)


Харків – 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 / проф. Алла НЕКОС
підпис ім'я та прізвище

“ 5 ” травня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Роману НІКІШОВУ
(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Вплив Зміївської ТЕС на компоненти довкілля

керівник роботи Іветта КРИВИЦЬКА, к. біол.н., доцент,
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “10” квітня 2024 року № 4301-5/790

2. Строк подання студентом роботи 01 травня 2024 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Провести аналіз літературних джерел щодо актуальності забруднення довкілля від роботи ТЕС в світі і Україні.
2. Опрацювати методику біотестування для визначення фітотоксичності ґрунтів і хронічної токсичності води.

3. Відібрати проби води, ґрунту та виконати лабораторні дослідження для визначення хронічної токсичності води та показників фітотоксичності у пробах ґрунту.
 4. Сформулювати висновки кваліфікаційної роботи.
4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Аналіз літературних джерел , робота з інтернет ресурсами
2	Відбір проб води і визначення її хронічної токсичності
3	Відбір зразків ґрунту і визначення фітотоксичних властивостей водної витяжки ґрунту
4	Аналіз та узагальнення результатів

5. Дата видачі завдання 05.06.2023 р.

Студент


підпис

Роман НІКІШОВ
ім'я і прізвище

Керівник роботи _____

підпис

_____ посада, ім'я і прізвище

доц. Іветта КРИВИЦЬКА

АНОТАЦІЯ

ВПЛИВ ЗМІЇВСЬКОЇ ТЕС НА КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ

Роман НІКІШОВ

Кваліфікаційна робота «Вплив Зміївської ТЕС на компоненти довкілля» містить 37 сторінок, 3 розділи, 5 таблиць, 11 рисунків, 1 формула, 15 використаних джерел.

Актуальність дослідження Серед екологічних проблем виділяється проблема впливу теплових електростанцій на навколишнє середовище, що зумовлено зростанням енергоспоживання, забрудненням довкілля і його впливом на людей та живі організми.

Мета роботи: визначити якість води в оз. Лиман та якість ґрунтів на прилеглих територіях Зміївської ТЕС.

Завдання: проаналізувати стан вивчення питання щодо впливу теплоелектростанцій на довкілля, визначити показники хронічної токсичності води з оз.Лиман та показники фітотоксичні ґрунтів на суміжних зі Зміївською ТЕС територіях.

Методи: аналіз літературних джерел, польові та лабораторні дослідження, методики біотестування на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, методики визначення фітотоксичності ґрунтів з використання насіння вищих рослин.

Результати: Отримані результати лабораторних досліджень зразків ґрунту, відібраних на прилеглих до Зміївської ТЕС територіях та проб води з оз. Лиман, показують, що функціонування та виробнича діяльність Зміївської ТЕС, а також якість поверхневого стоку є основною причиною забруднення компонентів довкілля

**ХРОНІЧНА ТОКСИЧНІСТЬ ВОДИ, ФІТОТОКСИЧНІСТЬ ГРУНТІВ, ВПЛИВ
ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ДОВКІЛЛЯ, ЗОЛОШЛАКИ**

ABSTRACT

THE IMPACT OF ZMIIVSKA SLASH ON ENVIRONMENTAL COMPONENTS

Roman Nikishov

The qualification work “Impact of Zmiivska TPP on Environmental Components” contains 37 pages, 3 chapters, 5 tables, 11 figures, 1 formula, 15 references.

Relevance of the study Among the environmental problems, the problem of the impact of thermal power plants on the environment is highlighted, which is caused by increased energy consumption, environmental pollution and its impact on people and living organisms.

Objective: to determine the water quality in Lake Lyman and the quality of soils in the adjacent territories of Zmiivska TPP.

Objectives: to analyze the state of research on the impact of thermal power plants on the environment, to determine the indicators of chronic toxicity of water from Lake Lyman and indicators of phytotoxicity of soils in the areas adjacent to Zmiivska TPP.

Methods: literature review, field and laboratory studies, bioassay methods on the crustacean *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, methods for determining soil phytotoxicity using seeds of higher plants.

Results: The results of laboratory tests of soil samples collected in the areas adjacent to Zmiivska TPP and water samples from Lake Lyman show that the operation and production activities of Zmiivska TPP, as well as the quality of surface runoff, are the main cause of environmental pollution

**CHRONIC TOXICITY OF WATER, PHYTOTOXICITY OF SOIL,
ENVIRONMENTAL IMPACT OF THERMAL POWER PLANTS, ASH AND
SLAG**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	9
1.1. Екологічні проблеми сучасної теплової енергетики	9
1.2. Теплоенергетичні комплекси у світі і їх вплив на навколишнє середовище	11
1.3. Стан і екологічні проблеми теплоенергетики в Україні	14
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІТОТОКСИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ І ТОКСИЧНОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД.	18
2.1. Методика біотестування для визначення хронічної токсичності води на ракоподібних <i>Ceriodaphnia affinis</i> Lilljeborg	18
2.2. Методика визначення фітотоксичності ґрунтів з використанням вищих рослин	20
РОЗДІЛ 3. ВЛИВ ЗМІЇВСЬКОЇ ТЕС НА ЯКІСТЬ ҐРУНТІВ І ПОВЕРХНЕВИХ ВОД НА ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЯХ	23
3.1. Особливості впливу Зміївської ТЕС на фітотоксичні властивості ґрунтів	23
3.2. Особливості впливу Зміївської ТЕС на якість води в оз. Лиман	27
3.3. Шляхи покращення стану навколишнього середовища у районі Зміївської ТЕС у післявоєнний період.....	31
ВИСНОВКИ	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	35

ВСТУП

У сучасному світі розвиток людства не зупиняється. А с тим і продовжуються зміни в навколишньому середовищі, що напряду залежать від людської діяльності. Забруднення атмосферного повітря, ґрунтового покриву, водних ресурсів, все це впливає на людей, тварин, та інші живі організми, які піддаються впливу шкідливих речовин.

Основним ресурсом для повноцінного функціонування людства є електроенергія, що виробляється атомними, тепловими, гідро електростанціями, та відновлювальними джерелами енергії. Але головною є роль теплоенергетики, яка виробляє більшу частину електроенергії в світі. Забруднення теплоенергетики впливає на всі компоненти довкілля, забруднення повітряного басейну, що відбувається під час спалювання викопного палива, забруднення ґрунтового покриву в місцях накопичення шлакоскиду, теплове забруднення, під час скидання вже опрацьованої води в річки та ставки охолоджувачі, електромагнітне забруднення, яке виявляється під час транспортування електроенергії від електростанцій до розподільних підстанцій та на пряму до споживача.

У даній роботі досліджується токсикологічні властивості ґрунтів та природних вод, використовуються методи біотестування, які дозволяють виявити вплив на живі організми і їх розвиток в умовах антропогенного навантаження.

Мета дослідження: визначити якість води в оз. Лиман та якість ґрунтів на прилеглих територіях Зміївської ТЕС.

Об'єкт дослідження – компоненти довкілля на суміжних територіях Зміївської ТЕС.

Предмет дослідження – наявність показників токсичності у ґрунтах і воді оз. Лиман.

Методи дослідження – аналіз наукової літератури, польві та лабораторні дослідження, порівняльний аналіз, методики визначення фіототоксичності ґрунту і визначення хронічної токсичності води.

Робота написана за матеріалами наукової літератури, наукових видань, наукових фондів, інтернет ресурсів, методичних матеріалів, а також особистих досліджень автора.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

1.1. Екологічні проблеми сучасної теплової енергетики

Енергетика є невід'ємною частиною економіки кожної країни, що забезпечує безперебійну роботу всіх галузей господарства. Головною складовою енергетики є енергетичні ресурси до яких відноситься: нафта, газ, вугілля, атомна енергія, енергія сонця, вітру, річок та ін.

У більшості країн світу частка електроенергії, що виробляється на ТЕС і ТЕЦ, перебільшує 50%, в Україні цей показник складає 35% за даними ДП «Енергоринок». Теплоелектростанції можуть працювати на природному газі, дизельному паливі, вугіллі та мазуті.

Щорічно близько 37 млн т вугілля витрачається для виробництва тепла електроенергії. Типова ТЕС потужністю 2 млн кВт щодобово споживає 18 000 т вугілля, 2500 т мазуту, 150 000 м³ води.

Викопне паливо відноситься до невідновних ресурсів. Згідно з багатьма оцінками і прогнозами науковців вугілля на планеті вистачить на 100-300 років, нафти на 40-80 років, природного газу на 50-120 років. Статистичні звіти показують, що кожен рік в атмосферу Землі вивільняються десятки мільйонів тон небезпечних викидів від теплових електростанцій і пилу. Електростанції цього типу викидають значну кількість сполук: оксид азоту, діоксиду сірки, вуглекислий газ, пил, сполуки важких металів. Атмосфера потерпає від забруднення газовими та аерозольними викидами (CO², NO_x, SO_x). Це призводить до руйнування озонового шару, що захищає поверхню Землі від жорсткого ультрафіолетового випромінення та виникнення парникового ефекту [1]. Викиди теплоелектростанцій супроводжуються взаємодією хімічних елементів вже у повітрі, вони можуть утворювати нові більш

шкідливі сполуки забруднюючих речовин, які негативно впливають на усе живе і в, тому числі, на людину.

Паливно-енергетичний комплекс це галузь, при функціонуванні якої переважають процеси згоряння, що є основним джерелами забруднення довкілля. Через вагомий вплив енергетичного сектору на довкілля, в багатьох районах світу створилась небезпечна екологічна ситуація [1]. Території річкових басейнів, що знаходяться поряд з такими енергетичними об'єктами, забруднюються, змінюється їх природний стан.

При ефективній роботі установок, що перетворюють теплову енергію в інші види, здійснюється викид значних обсягів теплової енергії, виникає і теплове забруднення [1].

Поряд із паливом ТЕС і ТЕЦ споживають значну кількість води. На охолодження відпрацьованої пари на ТЕС використовуються щодобово 7 млн. м³ води, що може призводити до теплового забруднення водоймища-охолоджувача. Також відбувається забруднення усіх компонентів ландшафту (трансформація умов проживання диких тварин та зростання рослин, погіршення якості плідного шару ґрунту тощо) [1].

Вченими доказано, що при роботі ТЕС відбувається характерно високе радіаційне та токсичне забруднення навколишнього середовища. Це зумовлено тим, що звичайне вугілля та його зола містять мікродомішки урану та ряд токсичних елементів у значно більших концентраціях, ніж земна кора. Вугілля містить радіоактивні частки торію та цезію, що впливають на радіоактивний фон довкілля і є його забрудниками [2].

Теплова енергетика впливає на навколишнє середовище не тільки на етапі вироблення електроенергії, а також при транспортуванні електроенергії та видобуванні корисних копалин як сировини для використання на ТЕС [2].

Функціонування вугільної промисловості наносить шкоду одразу всім компонентам довкілля. Забруднення повітря, зміна гідрохімічного, гідрологічного та геологічного режимів складових навколишнього середовища. Однією з екологонебезпечних проблем, що виникає внаслідок

видобутку вугілля - є просідання поверхні у місцях видобутку вугілля, де величезні території знаходяться над глибинними шахтами. Також проблемою є підвищення мінералізації води у водоносних горизонтах, що містять значні концентрації розчинних сполук. Коли вода з водоносних горизонтів розвантажується у поверхневі води, то це призводить до погіршення якості цих вод через підживлення води у ставках та чималого засолення ґрунтів [3].

1.2. Теплоенергетичні комплекси у світі і їх вплив на навколишнє середовище

Світове використання електроенергії зростає, щоб задовольнити потреби людства. Згідно зі статистичними даними [4] вироблення енергії в світі в 2022 р за джерелам енергії представлена наступним чином (рис.1.1): частка електроенергії, що вироблена за допомогою вугілля становить - 35.67%, газу – 22.82%, гідроенергетика – 14,9%, атомна енергетика – 9,15%, вітрова енергія – 7,38%, сонячна – 4,59%.

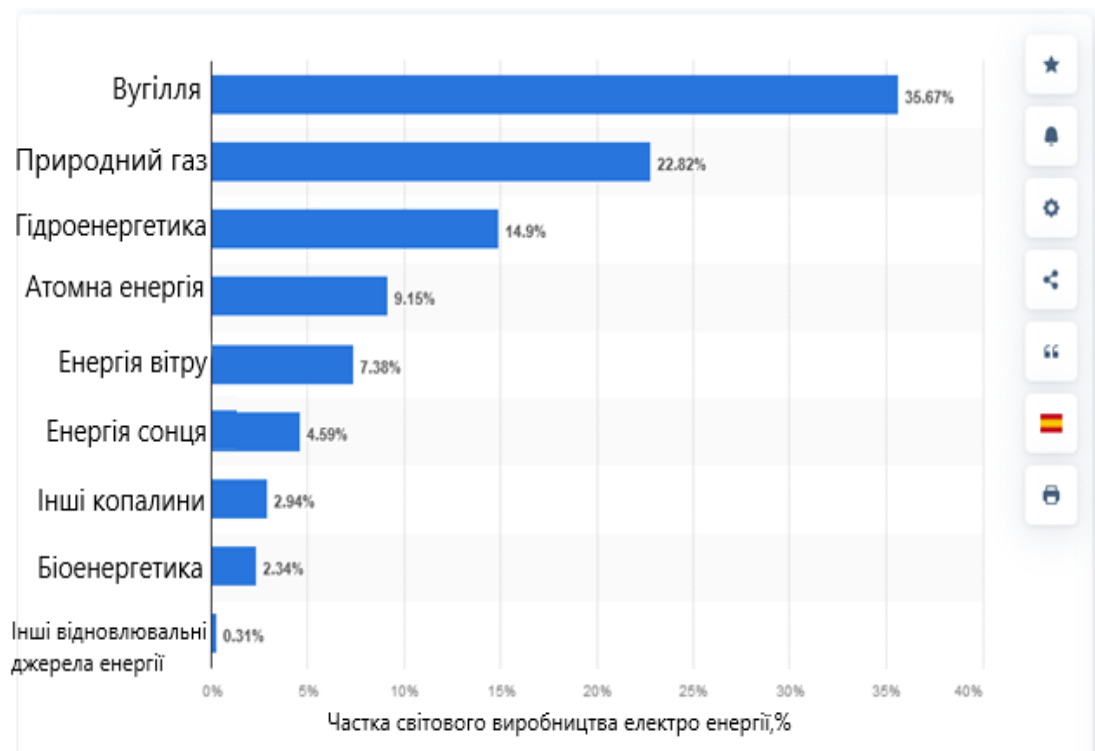


Рис 1.1 Розподіл виробництва електроенергії у світі у 2022 році за джерелами енергії

Природний газ і вугілля є основними джерелами енергії для вироблення електроенергії у світі. Навіть у сумі всі відновлювальні джерела енергії не виробляють стільки ж електроенергії, як викопні види палива (вугілля).

Вугілля залишається провідним джерелом виробництва електроенергії у всьому світі впродовж останніх трьох десятиліть. У 2022 році електроенергія вироблена за допомогою вугілля становила понад 10 000 терават-годин, а загальна кількість склала 26 662 терават-годин [5]. В порівнянні з 2019 роком, коли була пандемія Covid-19, часта виробленої енергії за допомогою вугілля складала менше, 9914 терават-годин, але загальна генерація була більше, ніж у 2022, 27044 терават-годин. Це пов'язано зі збільшенням використання домашніх електричних приладів, які використовувались для освітнього і робочого процесів.

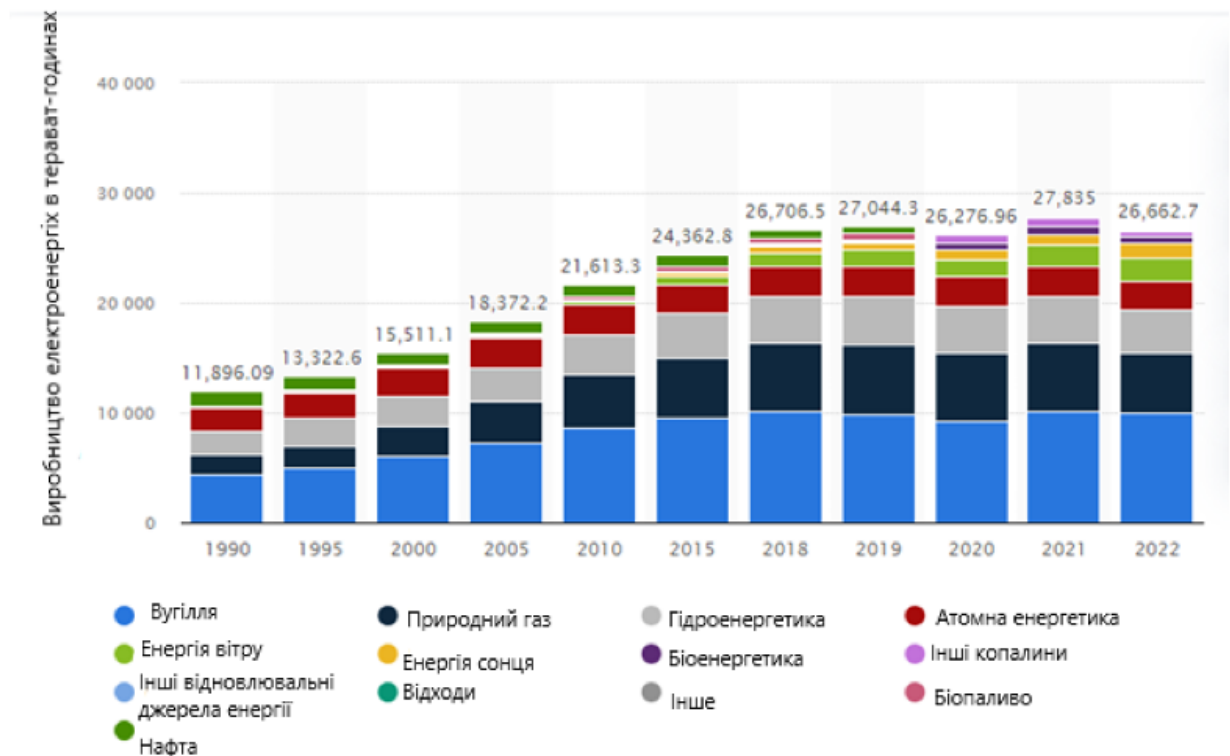


Рис.1.2 Виробництво електроенергії в світі з 1990 по 2022 роки за джерелами енергії.

Кількість діючих вугільних електростанцій світу становить 2435.

З 2021 р кількість діючих вугільних електростанцій у світі зменшується (рис.1.3) [6].

Кількість теплових електростанцій в 2021 році становила 2449, в 2022 році їх кількість зменшилась на 10 і становила 2439, а в 2023 ще на 4, 2435 відповідно. Це пов'язано з поступовою відмовою від використання вугілля в світі. Оскільки вугільні електростанції представляють різні загрози для навколишнього середовища та здоров'я людини. Окрім спалювання великої кількості сировини, це джерело енергії забруднює воду та має високий рівень викидів парникових газів. З цих причин, а також з метою подолання кризи, пов'язаної зі зміною клімату, 40 країн на саміті COP26 у 2021 році зобов'язалися поетапно відмовитися від вугільних електростанцій.[6]

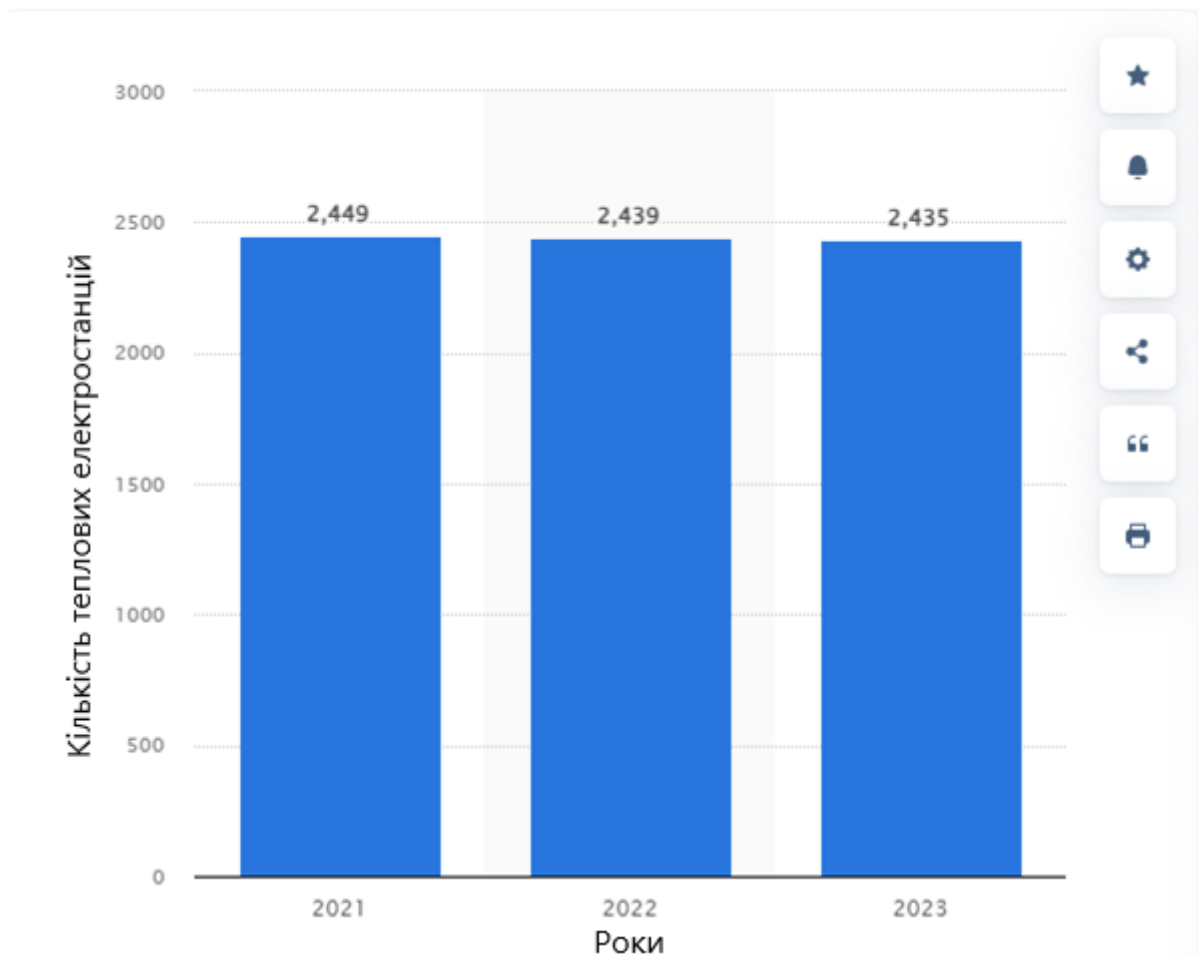


Рис.1.3 Кількість електростанцій в світі з 2021 по 2023 роки.

Найбільша кількість вугільних електростанцій знаходиться в Китаї. За інформацією на липень 2023 року на суходільній частині Китаю працювало 1142 вугільних електростанцій. Китай виробляє більше 50% загально-світової кількості електроенергії з вугілля. В Індії – 282, США – 210, Японія – 93, Індонезія – 91, Росія – 68, Німеччина – 58, Польща – 42, Турція – 34, Україна – 34, Філіппіни – 26, В'єтнам – 25, Чехія – 25, Південна Корея – 24, Казахстан – 22, Тайвань – 20, Австралія та Південна Африка – 18 [7].

Вплив теплоенергетичного комплексу спостерігається у всьому світі. Прикладом є Польща, в якій опалення житла в більшості регіонів, що знаходяться біля місць видобутку вугілля, відбувається вугіллям, через що відбувається забруднення атмосфери, яке наносить шкоду здоров'ю мешканців. Органи екологічної інспекції регулярно проводять спостереження стану забруднення, після чого займаються побудовою спеціальних карт з місцями та ступенями забруднення [8].

1.3. Стан і екологічні проблеми теплоенергетики в Україні

Українська електроенергетика має потужний потенціал і може виробляти достатню кількість електроенергії, як у валовому вирахованні, так і питомих показниках на душу населення [9]. Ресурси паливно-енергетичного комплексу використовуються на теплоелектростанціях в Україні

На 2024 р. в Україні нараховується 15 ТЕС: Бурштинська ТЕС, Запорізька ТЕС, Курахівська ТЕС, Криворізька ТЕС, Вуглегірська ТЕС, Ладжинська ТЕС, Зміївська ТЕС, Старобешівська ТЕС, Добротвірська ТЕС, Зуївська ТЕС, Трипільська ТЕС, Слов'янська ТЕС, Луганська ТЕС, Придніпровська ТЕС, Миронівська ТЕС [10].



Рис. 1.4 Теплові електростанції України

На рис 1.4 видно, що переважно ТЕС знаходяться на сході України. Таке розташування теплоелектростанцій пов'язано з наявністю на цих територіях сировинних ресурсів. На сході України знаходиться Донецький кам'яновугільний басейн.

Виробництво електроенергії в Україні є однією з головних причин погіршення стану приземних шарів атмосферного повітря. В нашій країні в секторі енергетики користуються, у більшості випадків, саме викопними і ядерними видами палива. Більше 70% використання енергії відбувається завдяки видам викопного палива, водночас частка цієї енергії використовується великими спалювальними установками. Оскільки більшість вугільних електростанцій в Україні було побудовано ще за радянських часів, на них відсутні сірковловлювальні установки, пилові фільтри [11].

Основним видом палива на українських теплоелектростанціях є вугілля.

Вугілля є невідновлювальним викопним паливом. При малому коефіцієнті корисної дії теплові електростанції все ж таки є головними складовими енергетичної структури в Україні для вироблення електроенергії.

Звісно, що робота ТЕС викликає цілий комплекс екологічних проблем. Під час спалювання вугілля в атмосферу потрапляють забруднюючі речовини : сірчаний і сірчистий ангідриди, оксиди карбону, зола з часточками палива, які не згоріли, фтористі сполуки. Ці речовини провокують опади у вигляді кислотних дощів та глобальне потепління. Діоксиди сірки та діоксиди азоту при потраплянні в атмосферу вступають у хімічні реакції. При надходженні окислів у атмосферу і поєднуючись з атмосферною вологою, утворюються кислотні опади. Димні викиди червоно-бурого кольору зумовлюють наявність в атмосфері діоксиду нітрогену та вуглеводнів. При великій концентрації даних речовин відбувається утворення «смогу». Монооксид нітрогену який накопичується в повітряній оболонці руйнує озоновий шар, який захищає усе живе від жорсткого ультрафіолету, і призводить до появи «озонових дір». Реакція живих організмів на «озонові діри» катастрофічна, від прояву мутацій до захворювань на рак та інше [8].

Запобігти шкідливим наслідкам використання вугілля можна за допомогою використання палива з меншим вмістом сірки, чи попередньо його очистці. Також важливе використання фільтрів на виході газів.

В Україні важливою екологічною проблемою забруднення прилеглих до теплоелектростанцій територій, є накопичення твердих відходів таких як: шлак, зола, пил, що є вторинним продуктом згоряння твердого викопного палива. На теплоелектростанціях України під час спалювання близько 30 млн тон вугілля на рік з'являється приблизно 7-9 млн тон на рік золи та шлаків (50...200 гр. на 1 кВт виробленої електроенергії) [12], що являє собою золосховища, нагромадження величезної кількості пустої породи, яка пилить, підіймаючи значну кількість пилових часток у повітря. До тепер у відвалах ТЕС України накопичено 358,8 млн т золошлаків на площі близько 3170га [12]. У відвалах лише Бурштинської ТЕС накопичено близько 40 млн т золи [12].

Золовідвали займають неабияку площу території, які не використовуються раціонально для господарської діяльності. Через

забруднення ґрунту, ґрунтових вод та атмосфери величезні території стають джерелом забруднення навколишнього середовища.

Золи та шлаки з відвалів в Україні для вторинної переробки не використовується повною мірою. В більшості країн світу золошлаки є ресурсом, що довго не накопичується, а застосовується в інших сферах, таких як будівництво, цементна промисловість, будівництво автомобільних доріг. Для покращення показників морозостійкості, в якості мінеральної добавки, при виготовленні асфальтобетонного покриття та інше.

Енергетика є найважливішою складовою економічного розвитку і життєдіяльності кожної країни. Вугілля є основним паливом для ТЕС, як в Україні так і в світі. Через використання вугілля забруднюються усі складові ландшафтів. Золошламовідвали займають величезні площі корисних земель і є джерелом забруднення навколишнього середовища.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІТОТОКСИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ І ТОКСИЧНОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД.

2.1. Методика біотестування для визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg

Дослідження токсичності води, відібраної з озера Лиман, визначали за методикою біотестування для визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg [13].

Для визначення хронічної токсичності води відбувалось встановлення різниці між плодючістю і виживаністю церіодафній у досліджуваній воді і контрольним зразком. Підтвердженням хронічної токсичності є статистично значиме зменшення виживаності та/або плодючості церіодафній у досліджуваних зразках і зразком контролю під час біотестування. Триває біотестування 7 ± 1 добу, за цей час у 60% вихідних церіодафній відтворюється 3 приплоди.

Під час проведення дослідження використовувались дафнії віком до 24 годин, що відповідає вимогам методики [13].

Відповідаючи вимогам методики виживаність церіодафній повинна складати не менше 90%.

Контрольні і дослідні посудини знаходились у термолюмініостатах за температури $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, освітленості 400-600 люкс, тривалості світлого періоду 16 ± 1 годин, темряви -8 ± 1 годин [13].

Для визначення хронічної токсичності пробу води, що досліджується, та її розбавлення наливали по 15 см³ у десять пробірок (дослід). Інші десять пробірок заповнювали контрольною водою. Розміщували у кожен пробірку з дослідних і контрольних по 1 екземпляру церіодафній.

В ході біотестування щодоби в кожній пробірці з церіодафніями проводили заміну контрольної та дослідної води на свіжу та вносили корм. В якості корму використовувалась суспензія дріжджів. Заміна проводилась процесом переливанням води в допоміжний посуд (наприклад, чашку Петрі). Пробірка, що звільнилась заповнювали свіжовиготовленою водою. Вихідну церіодафнію пересаджували у підготовлену пробірку і вносили корм. Молодь, яка з'являлась, підраховували і видалляли. Біотестування закінчили, після того, коли у контролі 60% вихідних самок дали три послідовних приплоди.

Після закінчення біотестування підраховували кількість вихідних самок, що вижили, і кількість молоді, що народились, з розрахунку на одну самку у кожній повторності, як контролю так і досліду.

Статистична значимість різниці між контролем і дослідом за показниками виживаності та плодючості установлювали за двовибірковим критерієм Ст'юдента ($t_{\text{твор}}$), який використовують для перевірки гіпотези щодо рівності середніх двох незалежних вибірок. Для цього розраховують величину $t_{\text{факт}}$ і порівнюють її з табличним значенням критерію для відповідних рівня ймовірності та числа ступенів свободи v .

Таблиця 2.1

Класифікація якості води за рівнями хронічної токсичності [13]

Клас якості води	Ступінь забрудненості	Рівень хронічної токсичності, OT_x
I	Чиста	1,0
II	Слабо забруднена	1,1-2,0
III	Помірно забруднена	2,1-4,0
IV	Брудна	4,1-8,0
V	Дуже брудна	більше 8,0

Рівень хронічної токсичності (PT_x) виражають в умовних одиницях хронічної токсичності (OT_x). OT_x визначають через мінімальну кратність розбавлення, за якою хронічна токсичність води не виявляється.

Якість води оцінюють за рівнем її хронічної токсичності та ступенем забрудненості відповідно до класифікаційної шкали (табл. 2.1) [13].

2.2. Методика визначення фітотоксичності ґрунтів з використанням вищих рослин

Визначення токсичності ґрунтів на вищих рослинах відбувається за допомогою встановлення різниці між інтенсивністю зростання рослин у водній витяжці з досліджуваного ґрунту та у воді, у якій рослини утримуються (контроль) [14].

Зниження на 20% і більше довжини паростків і/або коренів є критерієм наявності токсичності.

Перед початком біотестування відібраних проб ґрунт звільнили від сторонніх домішок, просіяли та розподілили тонким шаром на папері. Відібрали зразки вагою 100 г, ґрунт перенесли у колбу з притертою пробкою. Вміст колби залили дистильованою водою у співвідношенні 1:1 і збовтали вміст колби за допомогою струшувача впродовж 1,5 год. Після цього вміст колби перенесли у центрифужні стакани та центрифугували при 2000 об/хв протягом 10 хв. Після закінчення центрифугування водну витяжку з центрифужних стаканів перенесли у колбу з притертою пробкою, надалі вода використовувалась для біотестування.

В якості тест-об'єкта для дослідження використовували насіння вищих рослин – *Avena sativa* L (Овес звичайний).

Для проведення дослідження насіння розклали по чашкам Петрі наступним чином: насіння досліду – на фільтрувальний папір, який зволожували водною витяжкою; насіння контролю – на фільтрувальний папір, який зволожували питною водою. Кількість насіння для кожного зразка складала 35 насінин.

Чашки Петрі розташовували у термостаті і витримували за температури $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ впродовж 72 год.

По завершенню біотестування виміряли довжину коренів і проростків у контролі та дослідному зразках.

З отриманих результатів вимірювання довжини коренів та проростків зразків, розраховували їх середнє арифметичні значення у досліді та контролі. Данні, що отримали , використовували для розрахунку різниці довжини коренів і паростків , порівнюючи результати вимірів дослідного зразку дослідний та контрольного зразку (%) за формулою:

$$A = ((X_K - X_D) / X_K) \times 100$$

де А – довжина коренів (паростків) у досліді відносно контролю, %;

X_K – середнє арифметичне довжини коренів (паростків) у контролі, см;

X_D – середнє арифметичне довжини коренів (паростків) у досліді, см.

Ґрунт виявляє токсичність, якщо $A \geq 20\%$.

Для оцінки небезпеки забруднення ґрунтів застосовували «ступінь забрудненості ґрунтів» у відповідності до визначених рівнів пригнічення ростових процесів, кількісна характеристика якого виражається коефіцієнтом забрудненості ґрунтів (КЗГ), при цьому коефіцієнт забрудненості ґрунтів диференціюють за рівнями пригнічення ростових процесів.

Таблиця 2.2

Класифікація якості ґрунтів за ступенем забрудненості [14]

Клас якості ґрунтів	Рівень забрудненості ґрунтів	Рівні пригнічення ростових процесів (фітотоксичний ефект), %	Ступінь забрудненості ґрунтів, Кзг
I	Незабруднені	0-20	1,1
II	Слабко забруднені	20,1-40	1,2
III	Помірно забруднені	40,1-60	1,3
IV	Брудні	60,1-80	1,4
V	Дуже брудні	80,1-100	1,5

Біотестування є важливим етапом оцінки якості довкілля та визначення наслідків забруднення екосистем. Використання біотестування показує фактичне забруднення компонентів середовища, що надає змогу класифікувати їх за ступенем забрудненості.

РОЗДІЛ 3

ВЛИВ ЗМІЇВСЬКОЇ ТЕС НА ЯКІСТЬ ҐРУНТІВ І ПОВЕРХНЕВИХ ВОД НА ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЯХ

3.1. Особливості впливу Зміївської ТЕС на фітотоксичні властивості ґрунтів

Для визначення впливу Зміївської ТЕС на фітотоксичні властивості ґрунтів було проведено експериментальні польові дослідження з відбором зразків ґрунту на територіях, прилеглих до Зміївської ТЕС, що розташована біля селища міського типу Слобожанське Чугуївського району Харківської області.

Зміївська ТЕС використовує воду ставка охолоджувача оз. Лиман. Природне оз. Лиман найбільше озеро Харківської області, яке після реконструкції 1958-1962 років стало виконувати функції ставка-охолоджувача теплоелектростанції. Раніше русло Сіверського Дінця протікало поруч, але з часом змінився базис ерозії і русло річки змістилося, невдовзі на місці староріччя утворилося оз. Лиман. Під час реконструкції площу озера було збільшено вдвічі, укріплено береги, глибина озера збільшилась вдвічі [15]. В наш час озеро використовується для штучного розведення риби, вода з озера використовується в якості зрошування земель в околицях ТЕС, на яких розташовані літні будиночки, а також в рекреаційних цілях. Озеро оточене дорогами, в переважній більшості ґрунтовими, але є ділянки з асфальтного та бетонного покриття. Одна з ґрунтових доріг, що проходить північно-західніше ставка, покрита золошлаком.

Відбір проб ґрунту відбувався у таких точках (рис.3.1): 1 – с. Лиман, дамба; 2 – с. Андріївка; 3 – база відпочинку «Волна»; 4 – пункт незламності.

Зразки відбирались літом 2023 року та на весні 2024 року. Такі точки відбору проб було обрано через близькість розташування джерела забруднення до найближчого місця проживання і господарської діяльності людей.



- місця відбору проб води



- місця відбору проб ґрунтів

Рис. 3.1 Місця відбору проб ґрунту і води

У таблиці 3.1 показано результати дослідження проб ґрунту на фітотоксичність.

Таблиця 3.1

Результати дослідження проб ґрунту на фітотоксичність (2023-2024 рр.)

№	Моніторингові і площадки	Результати відбору проб ґрунту (літо 2023)		Результати відбору проб ґрунту(весна 2024)	
		Рівень забрудненості ґрунтів	Ступінь забрудненості ґрунтів, Кзг	Рівень забрудненості ґрунтів	Ступінь забрудненості ґрунтів, Кзг
1.	пункт незламності	Слабко забруднені	1,2	Слабко забруднені	1,2
2.	с. Лиман, дамба	Помірно забруднені	1,3	Помірно забруднені	1,3
3.	База відпочинку «Волна»	Слабко забруднені	1,2	Слабко забруднені	1,2
4.	с. Андріївка	Слабко забруднені	1,2	Слабко забруднені	1,2

За результатами визначення фітотоксичних властивостей зразків ґрунтів, які відбирались влітку 2023 року, було отримано наступні результати: у пункті спостережень - с. Лиман, дамба рівень забрудненості ґрунтів відповідав 3 класу забрудненості ґрунтів – ґрунти помірно забруднені, в інших 3 пунктах спостережень було визначено 2 клас якості ґрунтів - ґрунти слабо забрудненні (рис. 3.2).

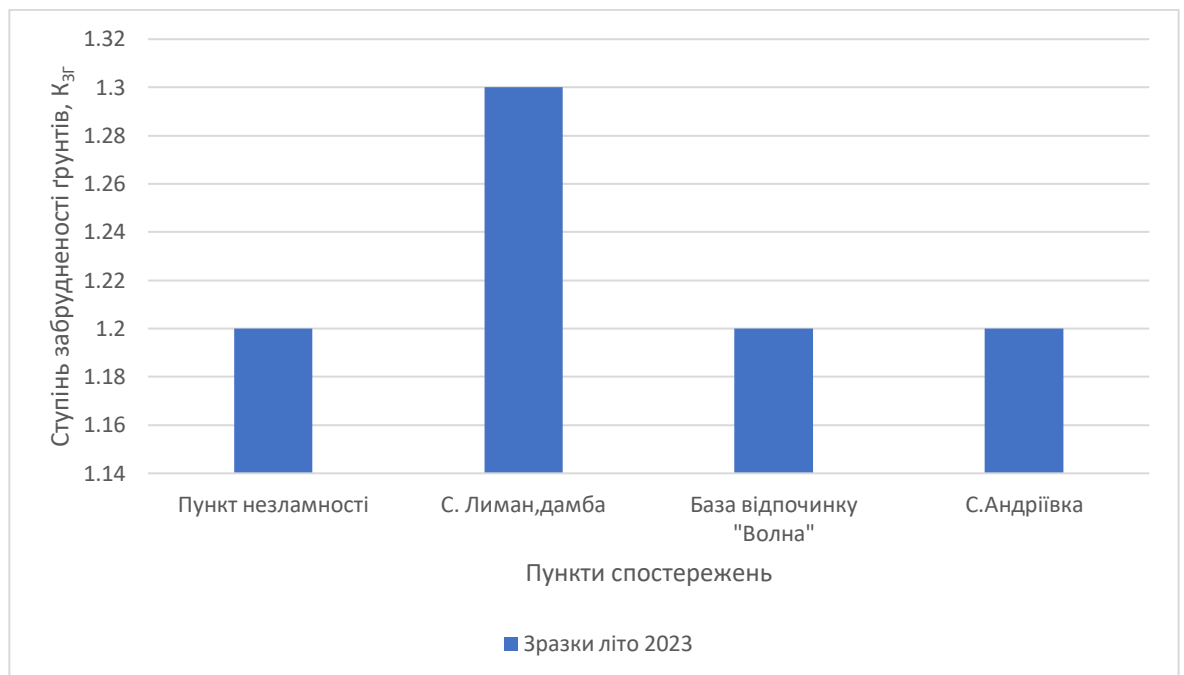


Рис. 3.2 Результати визначення фітотоксичних властивостей ґрунтів, які відбирались влітку 2023 року

Такі результати можливо пояснити впливом виробничої діяльності Зміївської ТЕС та надходженням забруднюючих речовин у пункти спостережень 2, 3 та 4 із поверхневим стоком у прибережній смузі. Таке надходження по гіпсометричним рівням забруднюючих речовин призводить до забруднення як ґрунтового покриву так і поверхневих вод водного об'єкта.

В результаті проведених досліджень фітотоксичних властивостей зразків ґрунтів, які було відібрано навесні 2024 року було отримано наступні результати: у пункті спостережень - с. Лиман, дамба рівень забрудненості ґрунтів відповідав 3 класу забрудненості ґрунтів – ґрунти помірно забруднені,

в інших 3 пунктах спостережень було визначено 2 клас якості ґрунтів - ґрунти слабо забруднені (рис. 3.3).

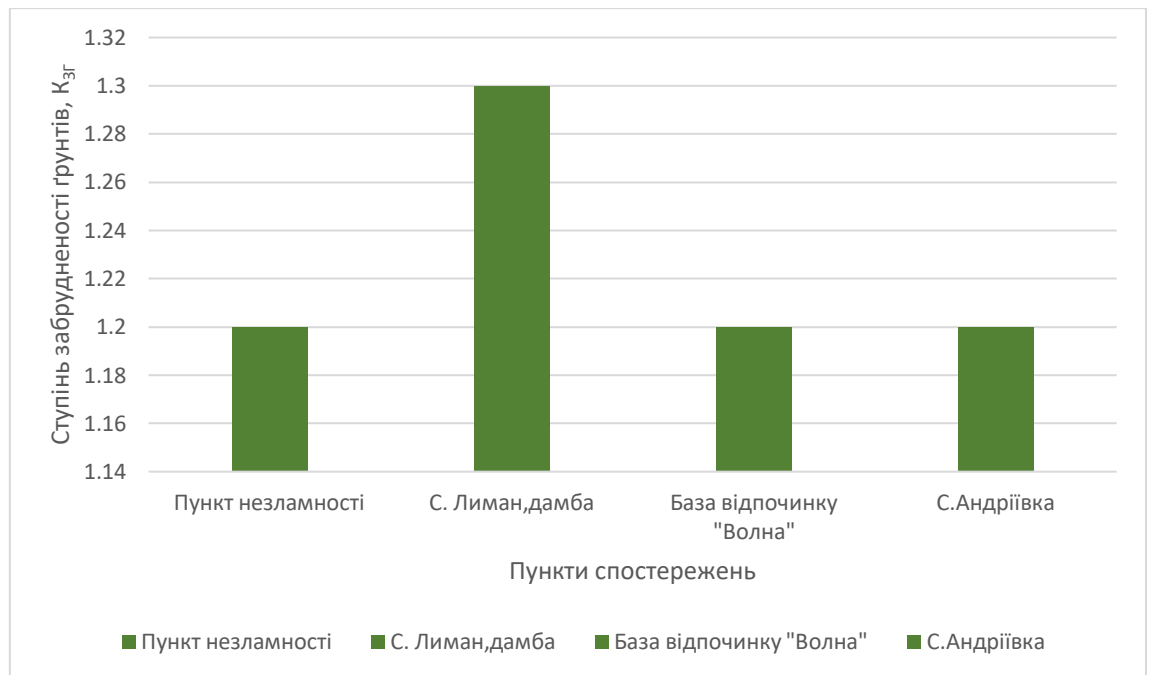


Рис. 3.3 Результати визначення фітотоксичних властивостей ґрунтів, які відбирались навесні 2024 року

Тобто тенденція до зменшення чи збільшення токсичних властивостей ґрунтів не спостерігається. В даному випадку можливо констатувати той факт, що самоочисні властивості ґрунтів спроможні підтримувати якість ґрунтового покриву та залишати його на постійному рівні, незважаючи на антропогенне забруднення.

На рис.3.4 показано узагальнюючі результати визначення фітотоксичних властивостей ґрунтів за весь період дослідження.

Аналіз рис.3.4 показав, що результати відбору проб ґрунту виявились ідентичними при відборі в літку 2023 року та на весні 2024 року. Забруднення в точці с. Лиман, дамба, пов'язана з близькістю місця відбору до території на якій зберігаються золошлакові відходи від Зміївської ТЕС.

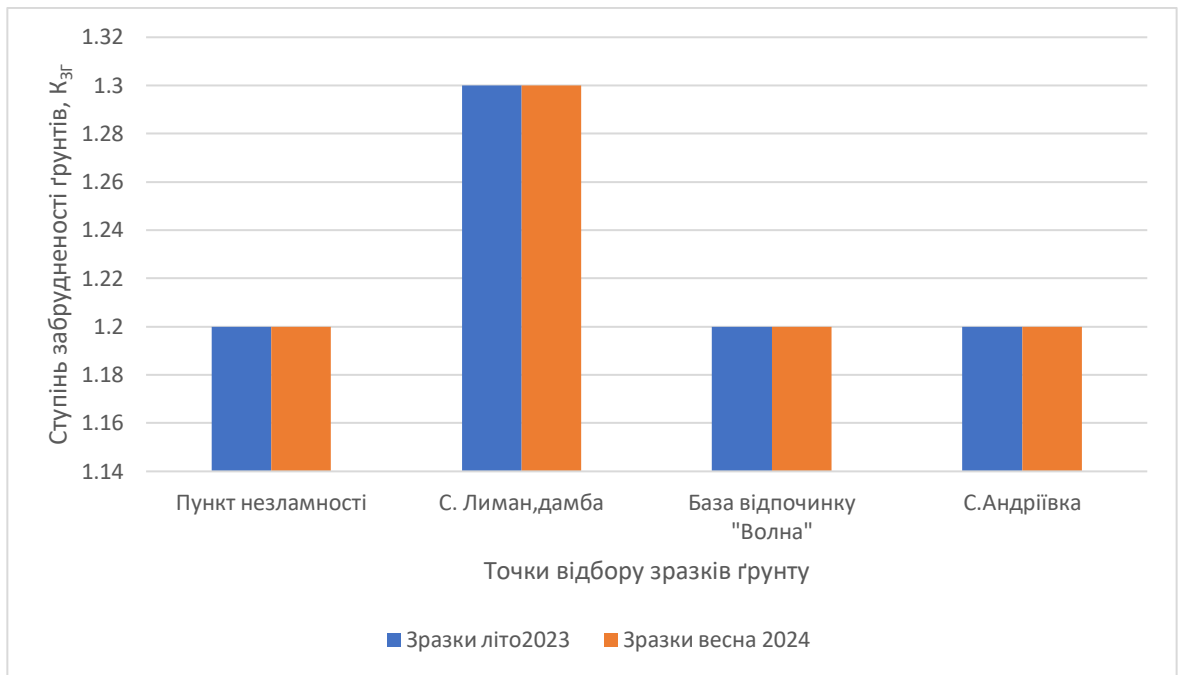


Рис. 3.4 Узагальнюючі результати визначення фітотоксичних властивостей ґрунтів, які відбирались влітку 2023 року та навесні 2024 року

3.2. Особливості впливу Зміївської ТЕС на якість води в оз. Лиман

Дослідження якості води здійснювалось в літку 2023 року та восени 2024 року. Для дослідження еколого-токсикологічної оцінки було обрано 3 створи: 1 створ – с. Лиман, дамба; 2 створ – с. Андріївка; 3 створ – база відпочинку «Волна». Дані точки обрані через пряму взаємодію їх з населенням, в рекреаційних та господарських цілях. Під час відбору проб в літку 2023 року в день відбору проб погодні умови були сприятливими, під час забору проб відбувалась двох-недільна засуха. На весні 2024 року в день відбору проб було хмарно, але без опадів, сніготанення вже відбулось, сніжного покриву не спостерігалось.

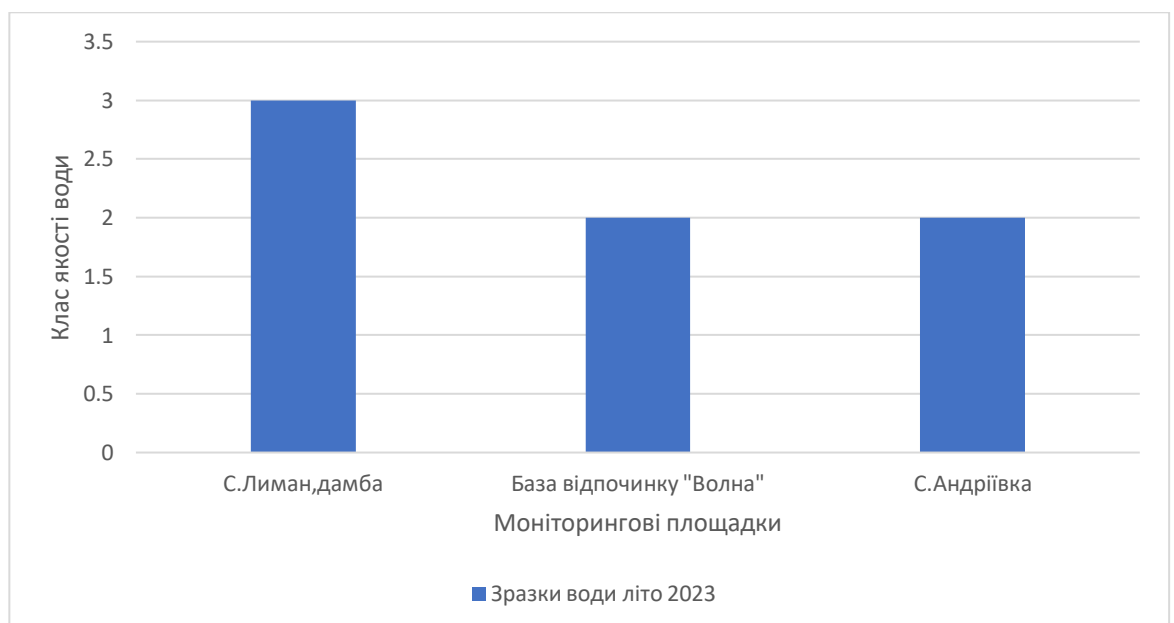
У таблиці 3.2 показано результати дослідження води на хронічну токсичність за літо 2023 року.

Таблиця 3.2

**Результати дослідження проб води на хронічну токсичність проб
води (літо 2023р.)**

№	Моніторингові площадки	Ступінь забрудненості води	Клас якості води
1.	с. Лиман, дамба	Помірно забруднена	III
2.	База відпочинку «Волна»	Слабко забруднена	II
3.	с. Андріївка	Слабко забруднена	II

За результатами визначення хронічної токсичності води в оз.Лиман, які відбирались в літку 2023 року було отримано наступні результати: на моніторинговій площадці с. Лиман, дамба ступінь забрудненості води відповідав 3 класу якості води – помірно забруднена, в інших 2 площадках база відпочинку «Волна», с. Андріївка було визначено 2 клас якості води – слабка забруднена (рис.3.5)



**Рис.3.5 Результати дослідження проб води на хронічну токсичність
(літо 2023р.)**

Дані результати можна пояснити діяльністю Зміївської ТЕС. Забруднення в точці с. Лиман, дамба пояснюється потраплянням до озера поверхневого стоку, що несе забруднюючі речовини, а також можливим просоченням води крізь шар гідроізоляції шлакоскиду, що був порушений під час експлуатації.

У таблиці 3.3 показано результати дослідження води на хронічну токсичність на весні 2024 року.

Таблиця 3.3

**Результати дослідження проб води на хронічну
токсичність проб води (весна 2024р.)**

№	Моніторингові площадки	Ступінь забрудненості води	Клас якості води
1.	с. Лиман, дамба	Помірно забруднена	III
2.	База відпочинку «Волна»	Слабко забруднена	II
3.	с. Андріївка	Слабко забруднена	II

За результатами визначення хронічної токсичності води в оз.Лиман, які відбирались в літку 2023 року було отримано наступні результати: на моніторинговій площадці с. Лиман, дамба ступінь забрудненості води відповідав 3 класу якості води – помірно забруднена, в інших 2 площадках база відпочинку «Волна», с. Андріївка було визначено 2 клас якості води – слабка забруднена (рис.3.6)

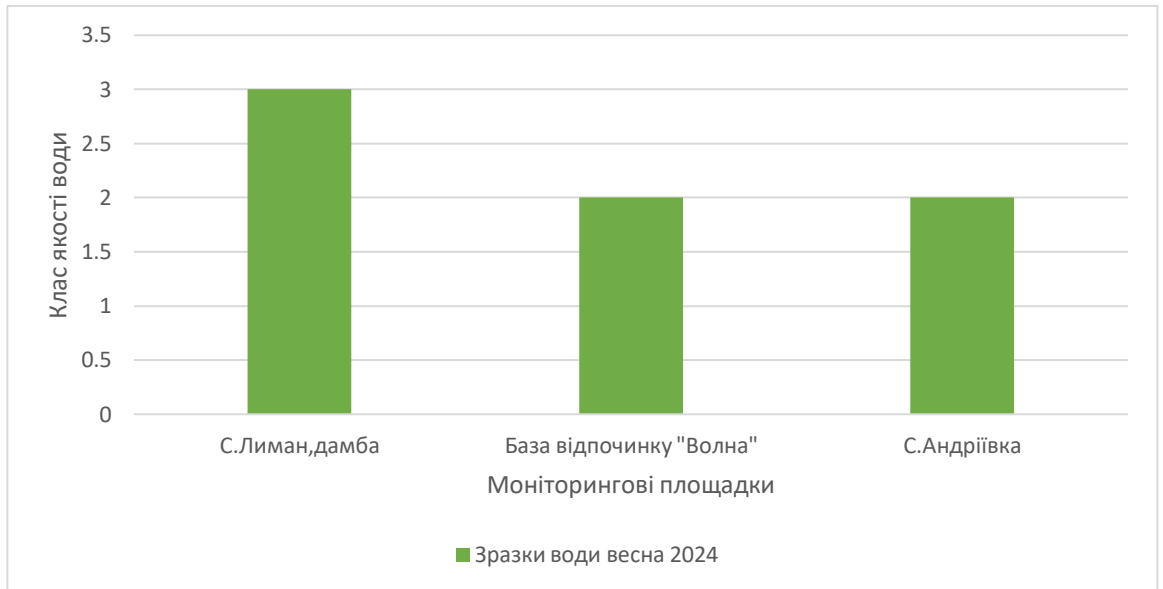


Рис.3.6 Результати дослідження проб води на хронічну токсичність (весна 2024р.)

Дані свідчать про відсутність динаміки зміни хронічної токсичності води. Поясненням цього є процеси самоочищення водойми і підтримання екологічної рівноваги не дивлячись на антропогенний вплив. Зменшення потрапляння забруднюючих речовин в водний об'єкт спричинено ключовим фактором, те що з лютого 2024 року Зміївська ТЕС не працює.

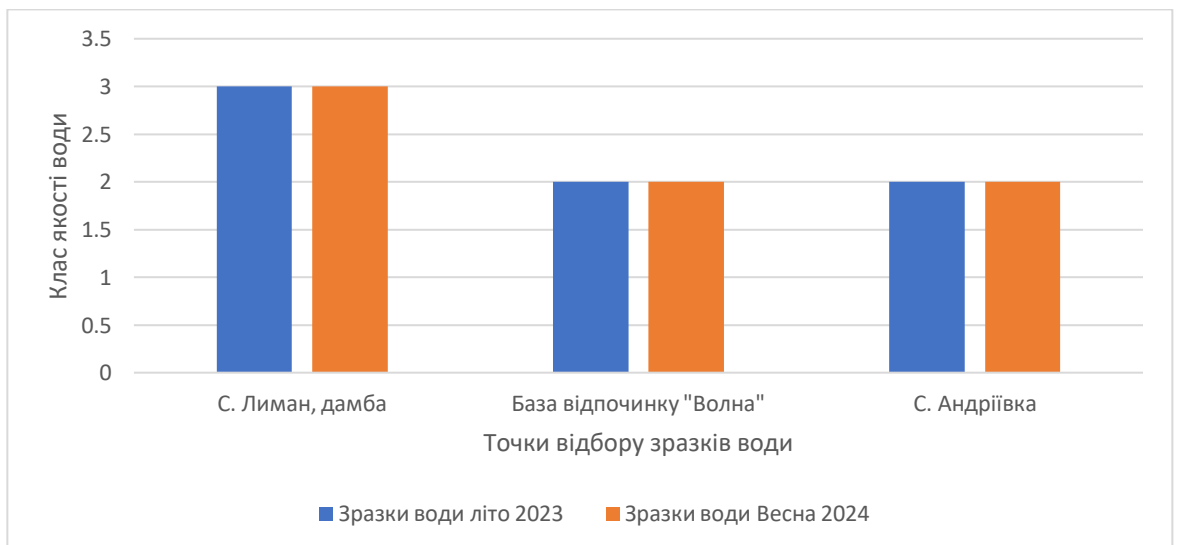


Рис.3.7 Узагальнюючі результати досліджень проб води на хронічну токсичність (2023-2024рр.)

Аналіз рис. 3.7 показав, що суттєвих відмінностей між 1 і 2 відбором проб немає, але є підтвердження забруднення у точці с. Лиман, дамба. Цей результат свідчить про стійкість забруднення в даній точці, що ймовірно обумовлено близькістю до місць зберігання золошлакових відходів Зміївської ТЕС, та викидів транспортних засобів, які рухаються по дорозі вздовж узбережжя озера Лиман.

За період дослідження всього було відібрано 6 проб води, та 8 зразків ґрунту. Забруднення було виявлено в 1 точці: с. Лиман, дамба, показники не є критичними, але для збереження теперішнього стану довкілля треба вжити заходів і для його покращення в майбутньому.

3.3. Шляхи покращення стану навколишнього середовища у районі Зміївської ТЕС у післявоєнний період.

Робота Зміївської ТЕС це безперебійне постачання електроенергії в середину країни, надання робочих місць, від яких залежить майбутній розвиток прилеглих територій. Бо Зміївська ТЕС є містоутворюючим підприємством, навколо якого продовжується розвиток інфраструктури для повноцінного функціонування населення. І важливим аспектом є покращення стану навколишнього середовища на прилеглих до ТЕС територіях.

Одним із варіантів покращення стану довкілля є модернізація устаткування ТЕС. Встановлення сірковловлювальних та пиловловлювальних фільтрів, що забезпечать зменшення кількості викидів небезпечних речовин і призведе до зменшення їх концентрації в приземних шарах атмосфери. Данні реконструкції допоможуть зменшити кількість кислотних дощів, що випадають на прилеглих територіях біля ТЕС. Встановлення пиловловлюючих фільтрів зменшить шанс утворення викидів, які впливають на дихальну систему людей та тварин, та зменшить кількість пилу, що потрапляє в домівки найближчого селища Слобожанське, Лиман.

Вторинне використання золошлаків зможе надати можливість безперебійної роботи будівельного сектору, що забезпечить зменшення забруднення на навколишнє середовище. На даний час гостро стоїть проблема якості автомобільних доріг в Чугуївському районі. При використанні золошлаків Зміївської ТЕС цю проблему можна вирішити - використання шлаків після спалювання вугілля допоможе зменшити собівартість ремонту дорожнього покриття:-

На території Балаклійського район розташований Балаклійський цементно-шиферний завод. На стан 2024 року завод зачинений і не випускає продукцію. Але при відновленні своєї роботи завод може використовувати золошлаки зі Зміївської ТЕС для виробництва шиферу, цементу, бетонів та асфатльно-бетонних сумішей, що допоможе додатково розвантажити шлаковідвал ТЕС.

Перелічені варіанти покращення стану навколишнього середовища зможуть не тільки покращити стан навколишнього середовища, а й дати розвиток будівельній промисловості в районі Зміївської ТЕС, що покращить і економічний розвиток регіону.

На сьогодні Зміївська ТЕС є найбільшою тепло електростанцією в Україні. Але після масштабного ракетного удару окупанти зруйнували Зміївську ТЕС. Зруйновано всі 10 енергоблоків, за підрахунками збитків нанесено на мільярди доларів. На території ТЕС відбуваються роботи з очищення завалі, у наслідок обстрілу.

На разі діяльність Зміївської ТЕС зупинена. Є декілька варіантів розвитку подій: відновлення електростанції з теперішнього стану, або побудова на її місці нового, сучасного енергогенеруючого підприємства, яке забезпечить потреби регіону в споживанні тепло та електроенергії.

ВИСНОВКИ

Внаслідок виконаних досліджень було встановлено:

1. Значна частина світового виробництва електроенергії відбувається за рахунок використання вугілля як ресурсу, що становить 35,67% від загальної кількості сировини для виробництва електроенергії. Всього в світі налічується 2435 теплоелектростанцій, половина з яких знаходиться у Китаї. На них вироблять більше 50 % електроенергії, сировиною для чого слугує вугілля.
2. В Україні на 2024 р. налічується 15 ТЕС, що розташовані переважно на сході країни поряд з сировинними ресурсами Донецького кам'яновугільного басейну. Більше 70% електроенергії в Україні виробляється за допомогою викопних видів палива.
3. Для визначення впливу Зміївської ТЕС на компоненти довкілля (ґрунти та вода з озера Лиман) було здійснено відбір зразків влітку 2023 року та навесні 2024 року. Всього було відібрано 6 зразків води та 8 зразків ґрунту. Зразки води відбирались у різних створах оз. Лиман.
4. Для виконання досліджень для оцінки якості води було обрано метод біотестування для визначення хронічної токсичності води з використанням тест- об'єктів ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg та метод визначення фітотоксичності ґрунтів для оцінки їх якості.
5. Результати дослідження ступеня забруднення ґрунтів (літо 2023р.) показали, що у пункті спостережень - с. Лиман рівень забруднення ґрунтів відповідав 3 класу забрудненості ґрунтів – ґрунти помірно забруднені, в інших 3 пунктах спостережень було визначено 2 клас якості ґрунтів - ґрунти слабо забруднені. Дослідження проведені на весні 2024 року показали, що у пункті спостережень - с. Лиман рівень забрудненості ґрунтів відповідав 3 класу забрудненості ґрунтів – ґрунти помірно забруднені, в інших 3 пунктах спостережень було визначено 2 клас якості ґрунтів - ґрунти

слабко забрудненні. Такі результати можуть означати, що ґрунти спроможні до самоочистки.

6. Результати досліджень зразків води з оз. Лиман на створі у с. Лиман на визначення хронічної токсичності (літо 2023 р.) показали 3 клас якості води – ступінь забруднення води помірно забруднена, в інших 2 створах було визначено 2 клас якості води – ступінь забруднення води слабо забруднена. Результати дослідження на хронічну токсичність води навесні 2024 року показали на створі оз. Лиман у с. Лиман 3 клас якості води – ступінь забруднення води помірно забруднена, в інших 2 створах було визначено 2 клас якості води – ступінь забруднення води слабо забруднена. Такі результати можуть означати, що відбулися процеси самоочищення водойми на фоні зупинки роботи Зміївської ТЕС.
7. Отримані результати лабораторних досліджень зразків ґрунту, відібраних на прилеглих до Зміївської ТЕС територіях та проб води з оз. Лиман, показують, що функціонування та виробнича діяльність Зміївської ТЕС, а також якість поверхневого стоку є основною причиною забруднення компонентів довкілля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Плачкова С. Г. Вплив теплоенергетики на навколишнє середовище. Розділ 2. Книга 5. Електроенергетика та охорона навколишнього середовища. Функціонування енергетики в сучасному світі. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє.–2017. URL: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-5/part-3/section-2>
2. Кобрин М. М., Костюк Р. А. Техногенна безпека енергетичного сектору Львівської області. доп. Всеукр. конкур. студ.-наук. роб. м. Львів, 26 березня 2019. Львів, 2019. С10-15. URL: https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/3_nauka/konkurs/problemi_energetik_i.pdf
3. Огаренко Ю. Проблеми вугільної промисловості України та викиди парникових газів від видобутку й споживання вугілля. Київ: Національний екологічний центр України 2010. С 6-21. URL: <https://www.necu.org.ua/wp-content/uploads/problemy-ugleproma.pdf>
4. Global electricity mix 2022, by energy source. Published by Statista Research Department, Apr 18, 2024. URL: <https://www.statista.com/statistics/269811/world-electricity-production-by-energy-source/>. (дата звернення: 15.03.2024)
5. Global electricity generation 1990-2022, by source. Published by Statista Research Department, Aug 31, 2023. URL: <https://www.statista.com/statistics/273273/world-electricity-generation-by-energy-source/>. (дата звернення: 15.03.2024)
6. Global active coal-fired power stations 2021-2023. Published by Statista Research Department, Feb 5, 2024. URL: <https://www.statista.com/statistics/1448736/number-of-operational-coal-power-plants-worldwide/>. (дата звернення: 15.03.2024)
7. Global operational coal-fired power stations by country 2023. Published by Statista Research Department, Dec 6, 2023. URL:

- <https://www.statista.com/statistics/859266/number-of-coal-power-plants-by-country/>. (дата звернення: 15.03.2024)
8. Гаїна Є. В., Ярицька Л. І. Екологічні проблеми теплоенергетики. Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: зб. наук. праць XIV Міжнародна наук.-практична конф. молодих вчених, курсантів та студентів. Львів: ЛДУ БЖД, 2019. 131-132 с. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/5814/1/zbirnyk19.pdf#page=132>.
 9. Варламов Г. Б., Любчик Г. М., Малярєнко В. А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії: *підручник*. Київ: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”. 2003. 232 с
 10. Скільки ТЕС в Україні: список теплових електростанцій у роботі. 11 Квітня, 2024. URL: <https://fakty.com.ua/ua/ukraine/20240411-skilky-tes-v-ukrayini-spysok-teplovyyh-elektrostantsij-u-roboti/> (дата звернення: 16.04.2024)
 11. Вплив енергетичного сектору України на якість повітря. Брифінг, жовтень 2020. URL: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2020/10/Ukraine-air-quality-mapping.pdf>
 12. Сердюк В. Р., Рудченко Д. Г. і Гудзь Д. В.. Використання золи виносу Бурштинської ТЕС в технології виробництва автоклавного газобетону. Вісник Вінницького політехнічного інституту. Вінниця. 2021. Вип. 2. С.24–31.
 13. ДСТУ 4174:2003 Якість води. Визначення хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 10706:2000, MOD). [Чинний від 2003-06-10] Київ: Держспоживстандарт України, 2004.
 14. Спосіб визначення ступеня забрудненості ґрунтів: пат. на корисну модель № 113560. Україна: МПК G01N 33/24 (2006.01). заявл. 10.02.2017; опубл. 10.02.2017.

15. Енциклопедія Сучасної України / редкол.: І. М. Дзюба та ін. Київ : САМ, 2016. Т. 17. 712 с. URL: <https://esu.com.ua/article-54639>.