

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему

ВПЛИВ ДТЕК ЛАДИЖИНСЬКА ТЕС НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ

Виконав: студент 2 курсу, групи ДЕ-64
спеціальності : 101 «Екологія»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

_____/ Віктор ФІЛАТОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

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

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

«До захисту допущено»

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

Нормоконтроль _____/ Ірина КОЗУБ
(підпис) (ім'я та прізвище)

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

Харків – 2022 року

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

Інститут: Навчально-науковий інститут екології
Кафедра: екологічної безпеки та екологічної освіти
Рівень вищої освіти: магістр
Спеціальність: 101«Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри

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

« __ » __ 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Віктору ФІЛАТОВУ

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи: Вплив ДТЕК Ладизинська ТЕС на ґрунтовий покрив

керівник роботи Іветта КРИВИЦЬКА, кандидат біологічних наук, доцент,
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «10» листопада 2022 року № 4301-5/1991

2. Строк подання студентом роботи «18» листопада 2022 року

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

1. збір, обробка та аналіз інформації, яка мається, про ступінь, обсяг характер впливу місць видалення відходів на ґрунти у межах теплостанцій;
2. опис території дослідження, загальна характеристика території дослідження;
3. відбір проб ґрунту з пробних ділянок у межах впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС;

4. лабораторний аналіз відібраних проб ґрунту – визначення водневого показнику рН, нафтопродуктів та вмісту важких металів;
5. виявлення географічних закономірностей і динаміки часових змін забруднення ґрунтів, в залежності від розташування і технологічних параметрів джерела забруднення, спираючись на результати лабораторних аналізів проб ґрунту;
6. формування висновків та рекомендацій.

4. План роботи.

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Дослідити наявну наукову літературу щодо впливу теплових електростанцій на стан ґрунтового покриву.
2	Виїзд на об'єкт– ДТЕК Ладизинська ТЕС. Збір фондового матер'ялу моніторингових досліджень ґрунтів на підприємстві. Проведення відбору проб ґрунту ділянок спостережень у межах впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС та доставка зразків у лабораторію.
3	Аналіз результатів лабораторних досліджень екологічного стану ґрунтів під впливом ДТЕК Ладизинська ТЕС.
4	Формування рекомендацій щодо поліпшення ґрунтового стану території під впливом ДТЕК Ладизинська ТЕС.
5	Написання висновків та оформлення списку літератури.

5. Дата видачі завдання « 08» травня 2022 року

Студент

(підпис)

Віктор ФІЛАТОВ

(ім'я і прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Іветта КРИВИЦЬКА

(посада, ім'я і прізвище)

АНОТАЦІЯ

ВПЛИВ ДТЕК ЛАДИЖИНСЬКА ТЕС НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ

Віктор ФІЛАТОВ

Кваліфікаційна робота «Вплив ДТЕК Ладизинська ТЕС на ґрунтовий покрив» містить 46 сторінок, 4 розділи, 17 таблиць, 5 рисунків, 32 використаних джерела та 2 додатки.

Мета роботи: визначення рівня впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС на ґрунтовий покрив.

Актуальність роботи: обумовлена техногенним навантаженням на територію, що прилягає до ДТЕК Ладизинська ТЕС. Діяльність теплової електростанції призводить до утворення промислових відходів та вимагає постійного контролю за станом компонентів навколишнього середовища, одним із яких є ґрунт.

Завдання: дослідження вмісту важких металів та нафтопродуктів у ґрунтах, що прилягають до ДТЕК Ладизинська ТЕС. Визначення динаміки часових змін концентрації важких металів та нафтопродуктів у ґрунтах, що знаходяться під впливом ДТЕК Ладизинська ТЕС.

Методи: статистичні, польові, лабораторні та аналітичні.

Результати: для визначення впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС на ґрунтовий покрив було відібрано 12 проб ґрунту зі стаціонарних ділянок спостережень, що прилягають до ДТЕК Ладизинська ТЕС. Лабораторні дослідження показали, що наявна концентрація важких металів у ґрунті не перевищує рівнів ГДК, проте концентрація нафтопродуктів у ґрунті в значній мірі перевищує орієнтовно-допустимі концентрації (ОДК). За динамікою стаціонарних досліджень у період 2018–2022 рр. встановлена тенденція до зниження концентрації нафтопродуктів з роками.

ВАЖКІ МЕТАЛИ, ҐРУНТ, ТЕС, НАФТОПРОДУКТИ, ПОКАЗНИК РН, ГДК

ABSTRACT

INFLUENCE OF DTEK LADYZHYNSKA TPP ON SOIL COVER

Viktor FILATOV

Qualification paper «Impact of DTEK Ladyzhynska TPP on soil cover» contains 46 pages, 4 chapters, 17 tables, 5 figures, 32 references and 2 appendices.

Purpose: to determine the level of impact of DTEK Ladyzhynska TPP on the soil cover.

Relevance of the work: is conditioned by the man-made load on the territory adjacent to DTEK Ladyzhynska TPP. The activity of the thermal power plant leads to the formation of industrial waste and requires constant monitoring of the state of environmental components, one of which is the soil.

Objective: to study the content of heavy metals and oil products in soils adjacent to DTEK Ladyzhynska TPP. Determination of the dynamics of temporal changes in the concentration of heavy metals and oil products in soils affected by DTEK Ladyzhynska TPP.

Methods: statistical, field, laboratory and analytical.

Results: to determine the impact of DTEK Ladyzhynska TPP on soil cover, 12 soil samples were taken from stationary observation sites adjacent to DTEK Ladyzhynska TPP. Laboratory tests have shown that the existing concentration of heavy metals in the soil does not exceed the MPC levels but the concentration of oil products in the soil significantly exceeds the maximum permissible concentrations (MPC). According to the dynamics of stationary studies in the period 2018–2022, a tendency to decrease the concentration of oil products over the years has been established in the cause of the research.

Key words: HEAVY METALS, SOIL, TPP, OIL PRODUCTS, PH INDICATOR, MPC

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ГДК – гранично-допустимі концентрації

Д.с. – ділянка спостережень

ОГФС – очисні господарсько-фекальні споруди

ОДК – орієнтовно допустимі концентрації

ТЕС – теплова електростанція

ДТЕК – диверсифікований енергетичний холдинг

ПАТ – публічне акціонерне товариство

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ВПЛИВ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ	11
РОЗДІЛ 2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ	14
2.1 Загальна характеристика території дослідження	14
2.2 Організація виробничого процесу на ДТЕК Ладизжинська ТЕС	17
2.3 Методика дослідження екологічного стану ґрунтів.....	19
2.3.1 Польові роботи.....	19
2.3.2 Лабораторні роботи	21
2.3.3 Камеральні роботи	22
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ ПІД ВПЛИВОМ ДТЕК ЛАДИЖИНСЬКА ТЕС	25
3.1 Водневий показник рН ґрунту.....	25
3.2 Нафтопродукти у ґрунтах	26
3.3 Важкі метали	28
РОЗДІЛ 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ ҐРУНТОВОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЇ ПІД ВПЛИВОМ ДТЕК ЛАДИЖИНСЬКА ТЕС	38
ВИСНОВКИ	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	41

ВСТУП

Трохи більше 40 % світових викидів двоокису вуглецю (CO_2), пов'язаних з енергетикою, припадає на викиди від виробництва електричної та теплової енергії. Причиною такої високої частки викидів є значна залежність сектору від викопних видів палива [2]. В Україні приблизно половина всього видобутого вугілля використовується на потреби теплових електростанцій.

У процесі згоряння твердого палива виділяються ртуть, свинець, діоксид сірки, оксиди азоту, тверді частинки та важкі метали. При спаленні рідкого палива (мазут, нафта) утворюються бензол, толуол, етилбензол, ксилоли та інші [32].

Території, що знаходяться під впливом підприємств теплоенергетики потребують постійного контролю за станом компонентів навколишнього середовища, основними з яких є ґрунти.

Актуальність теми. У районах з інтенсивною потужністю роботи ТЕС спостерігається утворення зон геохімічного забруднення. Діяльність теплостанцій є основним джерелом забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами, ртуттю (Hg), свинцем (Pb) та кадмієм (Cd). Тож, досить актуальним є питанням вивчення кумулятивної здатності накопичення у ґрунті хімічних елементів, зокрема й важких металів [32].

Сучасну систему контролю забруднення ґрунтів на основі нормативів ГДК не можна назвати досконалою і такою, що відповідає характеру дії, накопичення та розкладання хімічних сполук на прості елементи [32].

У важкий для України період повномасштабного вторгнення та агресії з боку росії, питання впливу антропогенного фактору на довкілля тільки загострюється. Основними об'єктами, які потрапляють під ворожі обстріли залишаються об'єкти цивільної та критичної інфраструктури, зокрема теплоелектростанції.

Тема кваліфікаційної роботи – вплив ДТЕК Ладизинська ТЕС на ґрунтовий покрив.

Метою роботи є визначення рівня впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС на ґрунтовий покрив території, що прилягає.

Завдання:

1. збір та систематизація інформації, яка мається, про ступінь, обсяг і характер впливу діяльності теплоелектростанцій на ґрунтовий покрив;
2. опис та загальна характеристика території дослідження;
3. відбір проб ґрунту з пробних ділянок території у межах впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС;
4. лабораторні дослідження відібраних проб ґрунту – визначення показнику рН, нафтопродуктів та важких металів;
5. аналіз динаміки часових змін концентрації важких металів та нафтопродуктів у ґрунті у період з 2018 по 2022 рік;
6. формування рекомендацій та висновків, базуючись на проведеному дослідженні.

Об’єкт дослідження – ґрунт території у районі впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС.

Предмет дослідження – дослідження ґрунту на вмість важких металів та нафтопродуктів, визначення кислотного показника.

Основна гіпотеза дослідження – це виявлення впливу антропогенного джерела забруднення – теплових електростанцій на ґрунтовий покрив.

Методи дослідження. Групування інформації про вплив теплоелектростанцій на ґрунтовий покрив проводився статистичним методом – збором та синтезом інформації. Відбір проб ґрунту зі стаціонарних ділянок спостережень в зоні впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС проводився польовим методом. Лабораторні аналізи включали виявлення концентрації важких металів методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії на атомному спектрометрі та нафтопродуктів гравіметричним методом. Аналіз отриманих результатів лабораторних досліджень систематизувався математичними методами у програмі Microsoft Excel. Отримані результати співставлялися з нормативними значеннями методом порівняння.

Використання комплексних підходів досліджень дали змогу надати рекомендації щодо покращення екологічної ситуації території впливу теплоенергетики на ґрунтовий покрив.

Робота написана за результатами польових, лабораторних і камеральних досліджень, проведених у вересні 2022 року та аналізом фондових матеріалів за період 2018–2021 рр. В роботі представлені результати досліджень, що супроводжуються табличними та графічними матеріалами.

Усі роботи виконані під керівництвом фахівців ТОВ «ГЕОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ». Весь комплекс робіт виконаний з дотриманням вимог законодавчої та нормативної документації.

Наукова новизна одержаних результатів. Систематичні спостереження за екологічним станом ґрунтів у зоні впливу теплостанцій покладені у функцію виробничого моніторингу, обумовленого техногенним навантаженням на дану територію. Важливо також є те, що отримані дані польових та лабораторних досліджень допоможуть зафіксувати зміни екологічного стану ґрунтів у період повномасштабного вторгнення росії на територію України. Постійні мінометні удари та арт-обстріли по об'єктах критичної інфраструктури залишають значний відбиток антропогенного навантаження і завдають нищівного впливу довкіллю, викликають аварії та спричиняють людські жертви.

Моніторинг стану ґрунтів, що проводився раніше можна порівняти з поточними дослідженнями і вирахувати збитки, завдані навколишньому середовищу під час збройної агресії росії.

Практичне значення одержаних результатів. Результати проведених досліджень покладені в основу виробничого моніторингу екологічного стану ґрунтів у межах впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС. Дані досліджень ввійшли до фондових матер'ялів ДТЕК Ладизинська ТЕС.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ

Законодавчою підставою для проведення моніторингу та дослідження екологічного стану ґрунтів у зоні впливу підприємств теплоенергетики є положення наступних Законів України: Закон України № 1264-ХІІ від 25.06.1991 р. «Про охорону навколишнього середовища» і Закон України № 962-IV від 19.06.2003 р. «Про охорону земель». У ЗУ «Про охорону навколишнього середовища» розділ V «Спостереження, прогнозування, облік й інформування у області навколишнього середовища» стаття 22 передбачає, що спостереження за станом навколишнього середовища, рівнем його забруднення здійснюється підприємствами, установами й організаціями, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану навколишнього середовища. ЗУ «Про охорону земель» (розділ VI «Моніторинг земель й ґрунтів» стаття 54) визначено проведення моніторингу земель й ґрунтів з метою своєчасного виявлення змін стану земель й особливостей ґрунтів, оцінки здійснення заходів по охороні земель, збереження й відновлення родючості земель, попередження впливу негативних процесів й ліквідування наслідків цього впливу [30-31].

Основними задачами ґрунтового моніторингу є вчасне виявлення несприятливих змін властивостей ґрунтового покриття при різних видах його використання; контроль за забрудненням ґрунтів важкими металами, у тому числі за локальним забрудненням ґрунтів важкими металами у зоні впливу промислових підприємств.

Території, що знаходяться під впливом підприємств теплоенергетики потребують постійного контролю за станом компонентів екологічного середовища, основними з яких є ґрунти.

При дослідженні ґрунту території теплових електростанцій зважають на вміст важких металів, так як вони є результатом згоряння твердого палива.

Дослідження особливості та характеру накопичення важких металів у ґрунтах під впливом викидів ТЕС проводили *Зайцева І.О, Поворотня М.М.*

Визначався вміст рухомих сполук Pb, Hg, Cu, Zn, Cd у ґрунтах з шести моніторингових ділянок – в зоні дії Криворізької та Придніпровської ТЕС. Також, досліджувався вміст важких металів у вугіллі, що використовується на цих теплостанціях [3]. Результати аналізу вмісту важких металів у вугіллі показали досить високий вміст цинку, мангану та свинцю. Вміст ртуті у вугіллі, хоча був і невеликий, але є досить небезпечним і має низький допустимий поріг. Провівши перерахунок на обсяги споживання вугілля; концентрацією вмісту важких металів у вугіллі, отримали 15 т/рік сполук свинцю та 100 кг/рік ртуті від Придніпровської ТЕС та 26 т/рік свинцю і 300 кг/рік ртуті від Криворізької ТЕС [3].

Результати цього дослідження продемонстрували, що використання вугілля на теплових електростанціях призводить до викиду значних обсягів важких металів [3].

Отримані результати аналізу ґрунту показують задежність вмісту важких металів у ґрунті від інтенсивності та обсягів викидів ТЕС, а також від відстані до джерела забруднення. Так, на Криворізькій ТЕС, на відстані 500 м від джерела забруднення відзначається високий вміст ртуті, свинцю, миш'яку та міді. В зоні дії, менш потужної, Придніпровської ТЕС на відстані 500 метрів найбільший вміст цинку та кадмію. Ці показники напряду залежать від того типу вугілля, що використовується даними теплостанціями та від концентрації віжких металів у складі вугілля [3].

Також, теплові електростанції несуть у собі загрозу забруднення довкілля нафтою та нафтопродуктами. Багато підприємств теплоенергетики використовують вугілля та мазут у якості основного або додаткового палива. Викиди, що утворюються від згоряння рідкого палива (мазут, нафта та інші), мають у своєму складі небезпечні ароматичні вуглеводні – бензол, толуол та інші [32].

Особливістю забруднення нафтопродуктами є нездатність вуглеводнів повністю розчинятися у воді. Це явище ускладнює природні процеси самоочищення території, а накопичення нафтопродуктів у ґрунті призводить до

зниження його фізичних властивостей, блокує міграцію хімічних елементів та пригнічує життєдіяльність живих організмів [32].

Однією з важливих проблем сьогодення є не тільки визначення концентрації забруднюючих речовин у компоненті довкілля, але і грамотна оцінка впливу на довкілля. Так, гранично-допустимі концентрації для нафтопродуктів у ґрунті офіційно були затверджені тільки у 2021 році у Постанові КМУ від 15 грудня 2021 р. № 1325 «Про затвердження нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах, а також переліку таких речовин» [28]. До цього моменту, у наукових дослідженнях широко використовувалося порівняння концентрації нафтопродуктів у ґрунті з ОДК – орієнтовно допустимими концентраціями – 0,2 мг/кг ґрунту [27]. Проте, різниця між ГДК та ОДК в оцінці ріння забруднення досить суттєва. Норматив ГДК для нафтопродуктів на 1–3 порядки вище їх розчинності у воді, на відміну від нормативів ОДК. Тому, існуючі на сьогоднішній день нормативи ГДК не повністю відповідають характеру небезпеки і потребують вдосконалення [32].

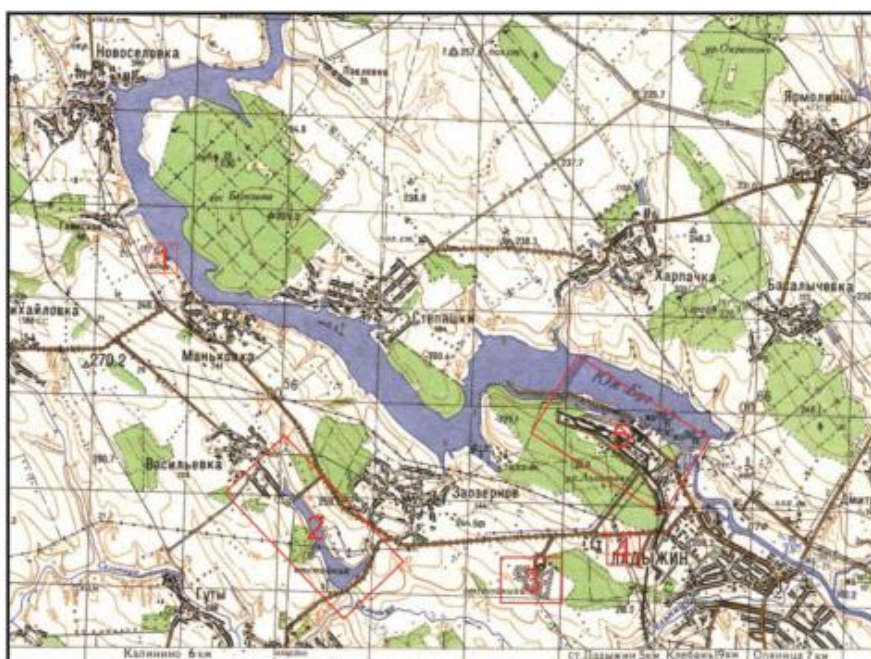
Екологічні проблеми, пов'язані із забрудненням навколишнього середовища від діяльності потужностей теплоенергетики, мають вирішуватися шляхом моніторингу екологічного стану компонентів довкілля. Також, варто розглянути використання сучасного пило- та газоочисного устаткування, вжиття заходів підвищення ефективності процесів спалювання органічного палива в котельних установках.

РОЗДІЛ 2

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ

2.1 Загальна характеристика території дослідження

ДТЕК Ладизинська ТЕС розташована в західній частині міста Ладизин, Вінницької області та належить ПАТ «ДТЕК ЗАХІДЕНЕРґО» (Рис. 2.1). Станція спеціалізується на виробництві електричної енергії, постачанні пари та гарячої води [18-21].



Умовні позначення:

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1 | - Водозабір |
| 2 | - Золошлаковідвал |
| 3 | - ОГФС |
| 4 | - Водно-фільтрувальний блок |
| 5 | - Проммайданчик ДТЕК ЛАДИЗИНСЬКА ТЕС |

Рис. 2.1 – Оглядова карта розташування території дослідження

Масштаб 1:100 000

У складі електростанції знаходиться 6 енергоблоків. Кожен енергоблок має потужність в 300 МВт та включає пиловугільний котел ТПП-312, продуктивністю 950 т/годину й парову турбіну К-300-240-2. Проектне паливо – вугілля газових марок [18-21].

Основний проммайданчик ДТЕК Ладизинська ТЕС розташований у західній частині м. Ладизин. Підприємство межує:

- з півночі і північного сходу – водосховище р. Південний Буг;
- зі сходу – готельно-ресторанний комплекс «Ковчег» біля міського пляжу, санаторій-профілакторій ДТЕК Ладизинська ТЕС «Ладизинський»;
- з південного сходу – житловий масив «Піонерський» з одно- та двохповерховою забудовою;
- з півдня – ліс та промзона;
- з південного заходу – ліс та поля;
- із заходу – лісосмуга, завод силікатної цегли, «Буддеталь» [18-21].

До складу господарства основного проммайданчика ДТЕК Ладизин-ська ТЕС відносяться наступні виробництва:

- паливно-транспортний цех;
- ремонтно-будівельний цех;
- діляниця по відбору та відвантаженню сухої золи;
- хімічний цех;
- ремонтно-механічний цех;
- ремонтно-турбінний цех;
- ремонтно-котельний цех;
- котельно-турбінний цех;
- електроцех;
- комбікормовий цех;
- автоколона;
- частина гідротехнічного цеху;
- галременерго.

Золошлаковідвал ДТЕК Ладизинська ТЕС, призначений для приймання золошлакової суміші, що утворилася в процесі спалювання вугілля в котлах, розташований на відстані 6,5 км від основного проммайданчика ТЕС. Він знаходиться за адресою: Вінницька область, Тульчинський район, на землях Білоусівської та Заозернянської сільських рад і межує:

- з півночі – поле;
- зі сходу – с. Заозерне;
- з півдня – с. Белоусівка;
- із заходу – поле;
- з північного заходу – с. Василівка.

Золошлаковідвал розташований у балці північно-західної – південно-східної орієнтації [18-21].

ДТЕК Ладизинська ТЕС має власну очисну станцію каналізації для біологічної очистки господарсько-побутових та виробничих стічних вод, що надходять від ТЕС та населення і підприємств м. Ладизин [18-21].

Стічні води на комплекс споруд біологічної очистки ДТЕК Ладизинська ТЕС (ОГФС) надходять по двом напірним колекторам з території міста та по двом напірним колекторам – госппобутові стоки Ладизинської ТЕС. Там, через систему комплексної біологічної очистки, стічні води проходять очищення від грубих механічних домішок та органічних сполук [18-21].

Освітлені стічні води потім потрапляють в систему послідовно задіяних біоставків. Тут вони проходять доочистку в природних умовах за допомогою мікроорганізмів планктону та специфічних рослин (очерет, осока та інші) [18-21].

Очищені стічні води після останнього біоставка надходять у випускний колектор, який у самопливному режимі транспортує їх до місця випуску у р. Південний Буг [18-21].

Очисні господарсько-фекальні споруди (ОГФС) ДТЕК Ладизинська ТЕС розташовані на західній околиці міста на трасі Ладизин-Тульчин. Із сходу територія ОГФС межує з приватним жилим масивом м. Ладизин, з південного заходу – з птахофабрикою, з інших сторін – сільськогосподарські угіддя [18-21].

На території переважають вітри північного напрямку з середньою швидкістю 4,5 м/с (рисунок 2.1) [18-21].



Рис. 2.2 – Роза вітрів району досліджень

2.2 Організація виробничого процесу на ДТЕК Ладизинська ТЕС

Виробничий процес ДТЕК Ладизинська ТЕС складається із наступних етапів. Тверде органічне паливо (вугілля) з паливного складу подається системою стрічкових конвеєрів до бункерів сирого вугілля – пилосистем блоків. Пилосистеми забезпечують перемелення та сушку палива в кульових барабанних млинах [18-21].

Паливо подається в топкову котлоагрегату у вигляді вугільного пилу на пальники з одночасною подачею підігрітого повітря для забезпечення повноцінного горіння. Для розпалювання використовується мазут або природний газ.

У результаті горіння паливна хімічна енергія перетворюється у теплову енергію продуктів горіння, яка передається теплоносію. На поверхнях нагріву котла відбувається нагрів теплоносія (вода), перетворення води в пару та перегрів пари. Перегріта пара подається у турбоустановку, на робочих елементах якої потенційна енергія пари перетворюється на кінетичну енергію парового струменя, а далі в механічну енергію обертання роторів турбіни [18-21].

Механічна енергія обертання передається на ротор генератора, де вона і перетворюється в електричну. Вироблений у генераторі змінний електричний струм через підвищувальний трансформатор йде на збірні шини 110 кВ та 330 кВ відкритого розподільчого пристрою [18-21].

При згоранні твердого палива утворюється летка зола й шлак. Рідкий (розплавлений) шлак видаляється з котла через льотки, охолоджується у ваннах, кристалізується, подрібнюється по системі гідрошлаковідвал [18-21].

Летка зола виноситься з котла разом з відхідними газами. В електрофільтрах відбувається очищення відхідних газів від золи, яка потрапляє в систему гідрозоловидалення і далі на золошлаковідвал.

Очищенні від золи відхідні гази за допомогою димососів подаються до димової труби, звідки викидаються в атмосферу [18-21].

В процесі діяльності підприємства утворюються наступні відходи: шлак паливний, пил зольний вугільний. Забруднюючі речовини, які викидаються у атмосферне повітря у результаті основного виробництва, - сірчистий ангідрид, діоксид азоту, вугільна зола, оксид вуглецю, метан, цинк, арсен, свинець, нікель, мідь, хром, мазутна зола, ртуть. Ці сполуки характеризуються високою реакційною спроможністю і, взаємодіючи між собою, можуть створювати вторинні речовини з різним ступенем токсичності. Значну частину усіх розсіюваних елементів складає група важких металів, локальна концентрація яких у промислових зонах може бути досить високою [18-21].

Другорядними джерелами забруднення є технологічні майданчики – склад вугілля, золошлаковідвал, мазутне господарство, очисні господарсько-фекальні споруди тощо. Головним кінцевим акумулятором токсичних речовин є ґрунти, котрі у свою чергу, в залежності від ландшафтно-геохімічних умов, можуть бути джерелом забруднення підземних та поверхневих вод, рослин [18-21].

Основними задачами дослідження екологічного стану ґрунтів є вчасне виявлення несприятливих змін властивостей ґрунтового покриву при різних видах його використання; контроль за забрудненням ґрунтів важкими металами, у т.ч. за

локальним забрудненням ґрунтів важкими металами у зоні впливу промислових підприємств [18-21].

Завданням проведених робіт було визначення рівня забрудненості ґрунтів на окремих ділянках на території ДТЕК Ладжинська ТЕС та її околицях. Для цього проводився відбір проб ґрунтів з подальшим їхнім хімічним аналізом, а також системний аналіз за отриманими матеріалами.

Проведені роботи є одним з напрямів екологічного контролю за виробничими процесами та станом промислових зон, направленим на отримання геохімічних даних для об'єктивного відображення взаємодії виробничих об'єктів ДТЕК Ладжинська ТЕС та навколишнього середовища.

2.3 Методика дослідження екологічного стану ґрунтів

Методика здійснених робіт була обрана з урахуванням можливості виконання професійного відрядження у якості молодшого еколога від компанії ТОВ «ГЕОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ». Польові й камеральні роботи були виконані під керівництвом фахівців даної компанії [4].

У відповідності з діючими вимогами були виконані такі види робіт:

- польові роботи – включали відбір проб ґрунту зі стаціонарних моніторингових точок у межах впливу ДТЕК Ладжинська ТЕС для визначення їх екологічного стану, наявності хімічних домішок;
- лабораторні роботи – дослідження хімічних показників ґрунту;
- камеральні роботи – аналіз лабораторних досліджень; збір й аналіз фактичного матеріалу по досліджуваному об'єкту й території, яка прилягає до нього.

Для загальної характеристики природних умов району робіт проводився збір фондових матеріалів по геологічним й екологічним дослідженням прилягаючої площі, аналіз архівних матеріалів по моніторинговим дослідженням [5, 18-21].

2.3.1 Польові роботи

Польові роботи включали відбір проб ґрунту, що проводився восени 2022 року у районі впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС [13,16].

Проби відбиралися з 12 ділянок, які охоплюють найбільш важливі та проблемні, з точки зору охорони навколишнього середовища, об'єкти виробничої та соціальної сфери підприємства згідно ДСТУ ГОСТ 17.4.3.01:2019 «Охорона природи. Ґрунти. Загальні вимоги до відбору проб» [16].

Відбір проб ґрунту з цих ділянок проводиться щорічно. Перелік ділянок спостережень наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Ділянки території спостережень, в межах впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС

№ Д.с	Опис ділянок спостережень	Координати
1	Сх. межа проммайданчику. Скид №1 теплообмінних вод, межа території ресторанно-готельного комплексу «Ковчег»	48042'18,9" Пн.Ш. 29013'43,9" Сх.Д.
2	Пн. межа проммайданчику. Промисловий шлаковідвал	48041'57,9" Пн.Ш. 29013'19,7" Сх.Д.
3	Зх. межа проммайданчику. Територія заводу «Буддеталь»	48042'32,0" Пн.Ш. 29012'09,7" Сх.Д.
4	Пн. межа проммайданчику. Територія смуги біля скидного каналу.	48042'45,7" Пн.Ш. 29012'34,2" Сх.Д.
5	Водно-фільтрувальний блок	48041'16,6" Пн.Ш. 29013'25,5" Сх.Д.
6	Очисні госпфекальні споруди	48040'54,0" Пн.Ш. 29011'38,7" Сх.Д.
7	Очисні госпфекальні споруди	48040'55,8" Пн.Ш. 29011'29,3" Сх.Д.
8	На Сх. від золошлаковідвалу	48041'12,7" Пн.Ш. 29008'54,1" Сх.Д.
9	На Зх. від золошлаковідвалу	48040'34,1" Пн.Ш. 29007'59,7" Сх.Д.
10	На Пн. Зх. захід від золошлаковідвалу. Південно-східна околиця с. Василівка.	48041'37,2" Пн.Ш. 29007'06,6" Сх.Д.
11	На Пн. від золошлаковідвалу	48041'47,2" Пн.Ш. 29007'27,4" Сх.Д.
12	Територія водозабору у с. Маньківка	48044'19,4" Пн.Ш. 29005'16,3" Сх.Д.

Примітка. Д.с. – ділянка спостережень; Пн. – північ, Пд. – південь, Зх. – захід, Сх. – схід, Пн.Ш. – північна широта; Сх.Д. – східна довгота.

Графічно положення ділянок спостережень проб ґрунтів на місцевості представлено на рисунку 2.3.



Рис. 2.3 – Схематична карта розміщення ділянок спостереження за станом ґрунтів у зоні впливу ДТЕК Ладижинська ТЕС

2.3.2 Лабораторні роботи

Лабораторні роботи проводились з метою отримання необхідних хімічних показників, які характеризують якісний склад ґрунтів на різних ділянках ДТЕК Ладижинська ТЕС.

Згідно технічного завдання проводилося визначення вмісту у ґрунтах важких металів: цинк, нікель, мідь, хром, свинець, кадмій, а також вміст нафтопродуктів й водневого показнику рН [6-12, 14-15, 22].

Визначення вказаних показників проводилось лабораторією ТОВ «ГЕОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ».

Проби ґрунтів аналізувалися з урахуванням вимог й методик проведення хімічного аналізу ґрунту [6-12, 14-15, 22].

Результати представлені протоколом лабораторних досліджень ґрунтів (Додаток А), наведені у таблицях 3.1–3.14. Усього було опрацьовано 12 об'єднаних проб ґрунту.

2.3.3 Камеральні роботи

Аналіз результатів лабораторних досліджень проводилися за наступними показниками:

1) Визначення показнику рН проводилося в лабораторних умовах.

Рівень кислотності ґрунту вимірювався за допомогою рН-метра з водної витяжки ґрунту [12,15].

Показник кислотності є дуже важливим елементом дослідження ґрунтів. Кислотність може надати інформацію про ступінь зволоження території, зарактер затримання води, мінералів та хімічних сполук у ґрунті. Від показника рН залежить швидкість проникнення та накопичення у ґрунті хімічних елементів, у тому числі і забруднюючих компонентів, важких металів та нафтопродуктів. У кислих ґрунтах рухомість важких металів набагато інтенсивніша, ніж у лужних.

Результати вимірів показнику рН оцінювалися за шкалою – групування ґрунтів за ступенем кислотності та лужності (Таблиця 2.2) [23].

Таблиця 2.2

Групування ґрунтів за ступенем кислотності та лужності [23]

Ґрунти за ступеням кислотності і лужності	рН водної витяжки
Дуже сильно кислі	< 4.5
сильно кислі	4.5 – 5.0
Середньо кислі	5.0 – 5.5
Слабко- кислі	5.5 – 6.0
Дуже слабкокислі	6.0 – 6.5
Нейтральні	6.5 – 7.0
Близькі до нейтральних	7.0 – 7.5
Слабко лужні	7.5 – 8.0
Середньолужні	8.0 – 8.5
Сильнолужні	8.5 – 9.0
Дуже сильнолужні	> 9.0

2) Нафтопродукти у ґрунт можуть потрапляти при розсіюванні викидів із димових труб, що містять компоненти вігілля та мазуту. Також, на території ДТЕК Ладжинська ТЕС знаходяться приміщення для зберігання палива, місця видалення відходів, хвостосховища та інші промислові об'єкти підприємства, що несуть загрозу забрудненню ґрунтів вуглеводнями [32].

Визначення нафтопродуктів у ґрунті проводилося в лабораторних умовах гравіметричним методом. Метод базується на екстракції сухої наважки ґрунту хлороформом з подальшим його видаленням, розчиненні залишку у гексані. Потім відділяються полярні сполуки на колонці з оксидом алюмінію та проводиться видалення гексану. У результаті, отримуємо залишок, масу якого вимірюємо для порівняння. Розрахунковим методом встановлювалася масова частка нафтопродуктів у ґрунті (мг/кг) [22].

Відповідно до Постанови КМУ від 15 грудня 2021 р. № 1325 «Про затвердження нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах, а також переліку таких речовин» встановлені нормативи ГДК для нафти – 1000 мг/кг та нафтопродуктів – 500 та 1000 мг/кг [28].

Концентрація в 1000 мг/кг встановлена для земель, що надані під об'єкти видобування нафти, нафтохімії і нафтопереробки та інше. Концентрація в 500 мг/кг – це ГДК нафтопродуктів у ґрунтах для інших земель [28].

В даній роботі для порівняння результатів лабораторних аналізів ґрунту на вміст нафтопродуктів приймалися ОДК [27].

ОДК – орієнтовно допустимі концентрації, відповідно до Наказу Мінекобезпеки України від 27.10.1997 № 171 «Про затвердження Методики визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства» (таблиця 2.3)[27].

Згідно Методики, нафтопродукти відносяться до I-ї групи небезпечності (ОДК < 0,2 мг/кг) – надзвичайно небезпечні забруднюючі речовини, що чинять несприятливий вплив на стан природної екосистеми [27].

Таблиця 2.3

Орієнтовно допустимої концентрації (ОДК) за нафтою та нафтопродуктами у ґрунті [27]

Група небезпечності	Ступінь небезпеки
I	Надзвичайно небезпечні ОДК < 0,2 мг/кг)

Останнім завданням лабораторного аналізу було визначення концентрації важких металів у ґрунті. Важкі метали проявляють кумулятивну здатність, можуть накопичуватися у ґрунті та переходити у нижні ґрунтові горизонти, потрапляючи в підземні води [1].

Концентрацію важких металів визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії для таких елементів, як цинк (Zn), нікель (Ni), мідь (Cu), хром (Cr), свинець (Pb) та кадмій Cd. Метод атомно-абсорбційного аналізу базується на здатності атомів вибірково поглинати електромагнітне випромінювання в різних ділянках спектру [1, 6-11].

Отримані результати концентрації важких металів порівнювалися з нормативами ГДК, що затверджені Міністерством охорони здоров'я України [26]:

- Zn – цинк (рухома форма) – 23 мг/кг;
- Ni – нікель (рухома форма) – 4 мг/кг;
- Cu – мідь (рухома форма) – 3 мг/кг;
- Cr – хром (рухома форма) – 6 мг/кг;
- Pb – свинець (валовий вміст) – 32 мг/кг.
- Cd – кадмій, (валовий вміст та рухома форма), як і нафтопродукти, по кадмію не має загально затвердженого ГДК [26].

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ ПІД ВПЛИВОМ ДТЕК ЛАДИЖИНСЬКА ТЕС

Для дослідження екологічного стану ґрунтів, восени 2022 року проводився відбір проб ґрунту з пробних ділянок у межах впливу ДТЕК Ладижинська ТЕС.

За результатами лабораторних досліджень були визначені наступні показники:

- водневий показник рН;
- концентрація нафтопродуктів у ґрунті;
- концентрація важких металів у ґрунті.

Всього було досліджено та проаналізовано 12 проб ґрунту із пробних ділянок, що знаходяться під впливом ДТЕК Ладижинська ТЕС.

Результати лабораторних досліджень ґрунтів наведені у додатку Б.

Для оцінки динаміки та характеру можливого забруднення були використані фондові матеріали попередніх досліджень (Додаток А)[18-21] .

3.1 Водневий показник рН ґрунту

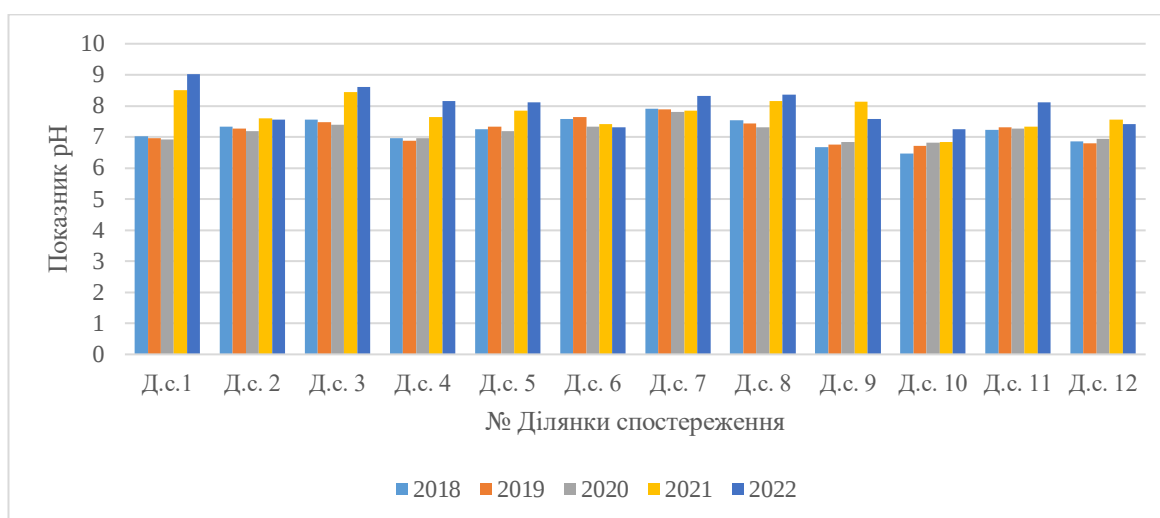
Визначення показника рН проводилося в 12 пробах ґрунту, відібраних у 2022 році зі стаціонарних моніторингових точок в зоні впливу ДТЕК Ладижинська ТЕС. Для порівняння результатів використовували фондові матер'яли підприємства ТЕС за період з 2018 по 2021 рік [18-21].

За період з 2018 по 2022 рр. спостерігається підвищення показнику рН від нейтрального до слабко-, середньо та сильнолужних, в залежності від території дослідження (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

**Значення водневого показнику у пробах ґрунту
за період 2018–2022 рр.**

Рік	Д.с.1	Д.с.2	Д.с.3	Д.с.4	Д.с.5	Д.с.6	Д.с.7	Д.с.8	Д.с.9	Д.с.10	Д.с.11	Д.с.12
2018	7,03	7,34	7,55	6,96	7,25	7,58	7,91	7,54	6,68	6,46	7,22	6,86
2019	6,96	7,26	7,47	6,88	7,34	7,64	7,88	7,43	6,75	6,72	7,31	6,8
2020	6,91	7,18	7,4	6,95	7,18	7,33	7,8	7,31	6,84	6,82	7,26	6,93
2021	8,51	7,6	8,44	7,65	7,84	7,41	7,85	8,15	8,14	6,84	7,33	7,55
2022	9,03	7,56	8,61	8,15	8,12	7,31	8,32	8,37	7,58	7,24	8,12	7,42



**Рис. 3.1– Динаміка змін водневого показнику у пробах ґрунту
за період 2018–2022 рр.**

Дуже сильнолужні ґрунти за показником рН зафіксовані у 2022 році на Д. с. № 1, де відбувається промисловий скид теплообмінних вод. Найнижчий середній показник рН зафіксований у ґрунтах із самої віддаленої ділянки дспостереження – територія водозабору у с. Маньківка. За результатами дослідження ґрунти тут відповідають нейтральному показнику.

В загальному підсумку, ґрунти мають задовільні буферні якості – нейтральний або слабо-лужний середній показник рН по території дослідження.

3.2 Нафтопродукти у ґрунтах

Концентрація нафтопродуктів у ґрунтах території дослідження була

визначена в 12 пробах ґрунту, відібраних у 2022 році зі стаціонарних моніторингових точок в зоні впливу ДТЕК Ладжинська ТЕС.

Результати лабораторного аналізу на вміст нафтопродуктів у ґрунтах наведені у таблиці 3.2. Для порівняння поточних результатів з минулими використовувалися фондові матер'яли за період з 2018 по 2021 рік [18-21].

Таблиця 3.2

Вміст нафтопродуктів у ґрунтах під впливом ДТЕК Ладжинська ТЕС
за період 2018–2022 рр.

№ Д.с.	2018	2019	2020	2021	2022
Д. с.1	< 20	< 20	< 20	< 0,05	< 0,05
Д. с. 2	< 20	< 20	< 20	< 0,05	< 0,05
Д. с. 3	48	52	48	< 0,05	< 0,05
Д. с. 4	< 20	< 20	< 20	< 0,05	< 0,05
Д. с. 5	60	54	48	< 0,05	< 0,05
Д. с. 6	22	26	23	< 0,05	< 0,05
Д. с. 7	< 20	< 20	22	< 0,05	< 0,05
Д. с. 8	< 20	< 20	< 20	< 0,05	< 0,05
Д. с. 9	< 20	< 20	< 20	< 0,05	< 0,05
Д. с. 10	< 20	< 20	< 20	< 0,05	< 0,05
Д. с. 11	< 20	< 20	< 20	< 0,05	< 0,05
Д. с. 12	< 20	< 20	< 20	< 0,05	< 0,05

Згідно встановленого нормативу, наявна концентрація нафтопродуктів у ґрунтах з усіх 12 ділянок перевищує показник ОДК у 100-300 разів на всіх ділянках у період з 2018 по 2020 рр. (Рис. 3.2).

Найбільша концентрація нафтопродуктів у порядку зниження концентрації спостерігається на:

- Д.с. №5 – водно-фільтрувальний блок;
- Д.с. №3 – територія заводу «Буддеталь»;
- Д.с. №6 – очисні госпфекальні споруди.

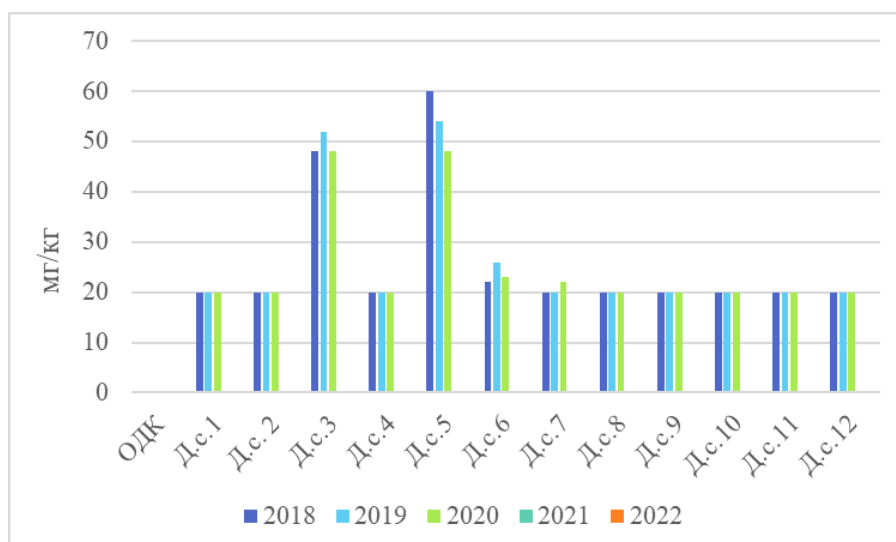


Рис. 3.2 – Динаміка змін вмісту нафтопродуктів у ґрунтах за період 2018-2022 рр.

У період з 2021 по 2022 рр. ситуація суттєво покращується. Вміст нафтопродуктів досить різко зменшується. Концентрація нафтопродуктів на всій території досліджень не перевищує орієнтовно допустимі концентрації і становить $<0,05$ мг/кг ґрунту.

3.3 Важкі метали

Концентрація важких металів була визначена в 12-ти пробах ґрунту, відібраних у 2022 році зі стаціонарних ділянок спостережень у районі впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС (Додаток 2). Для оцінки динаміки змін концентрацій важких металів використовувалися фондові матер'яли попередніх досліджень за період 2018-2021 роки (Додаток 1)[18-21].

Результати лабораторних досліджень ґрунтів за 2018–2022 рр. наведені у таблицях 3.3-3.14.

Ділянка №1 характеризує східну межу проммайданчику ДТЕК Ладизинська ТЕС.

Таблиця 3.3

Вміст важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 1 ДТЕК Ладизинська ТЕС у 2018–2022рр.

Метали	ГДК (мг/кг)	2018	2019	2020	2021	2022
Zn (рухома форма)	23	4,7	4,62	4,55	2,05	1,68
Ni (рухома форма)	4	0,5	0,5	0,5	1,29	1,44
Cu (рухома форма)	3	0,5	0,5	0,5	0,74	0,79
Cr (рухома форма)	6	0,5	0,5	0,5	2,54	0,8
Pb (валовий вміст)	32	8,33	15	15	2,51	2,19
Cd (валовий вміст)	-	2	2	2	-	-
Cd (рухома форма)	-	0,5	0,5	0,5	-	-

Концентрація Zn з роками зменшується. За Ni, Cu та Cr йде тенденція до збільшення концентрації цих металів у ґрунті. За плюмбумом динаміка вмісту дещо відрізняється. Найбільша його концентрація зафіксована у період з 2019 по 2020 роки. Починаючи з 2021 року, концентрація свинцю зменшується. Концентрація Cd зафіксована лише за період 2018–2020 рр. та залишається константною.

Концентрація важких металів у ґрунтах ділянки спостережень №1 знаходиться у межах норми і не перевищує ГДК.

Таблиця 3.4

Вміст важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 2 ДТЕК Ладизинська ТЕС у 2018–2022 рр.

Метали	ГДК (мг/кг)	2018	2019	2020	2021	2022
Zn (рухома форма)	23	1,03	0,98	0,92	3,34	2,47
Ni (рухома форма)	4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,79
Cu (рухома форма)	3	0,5	0,5	0,5	0,51	0,5
Cr (рухома форма)	6	0,5	0,5	0,5	4,62	3,45
Pb (валовий вміст)	32	15	15	15	2,18	2,88
Cd (валовий вміст)	-	2	2	2		
Cd (рухома форма)	-	0,5	0,5	0,5		

Ділянка № 2 характеризує південну межу проммайданчику ДТЕК Ладжинська ТЕС. Концентрація Zn за період 2018 по 2020 значно не змінювалась.

У період 2021-2022 рр. йде збільшення концентрації цинку у ґрунті. Концентрація Ni, Cu та Cr упродовж 2018–2020 рр. не змінювалась. У період з 2021 по 2022 рік, концентрація Ni незначно збільшилася, Cu залишилася такою ж, а концентрація Cr збільшилася майже в 10 разів. Найбільша концентрація свинцю, як і на ділянці № 1 фіксується за період 2018-2020 рр. У 2022 році концентрація Pb зменшилася у 5 разів. Концентрація Cd зафіксована лише за період 2018-2020 рр. та залишається однаковою.

У цілому, вміст досліджуваних хімічних елементів у ґрунтах відносно стабільний і не викликає небезпеки для навколишнього середовища.

Таблиця 3.5

Вміст важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 3 ДТЕК Ладжинська ТЕС у 2018–2022 рр.

Метали	ГДК (мг/кг)	2018	2019	2020	2021	2022
Zn (рухома форма)	23	2,32	2,43	1,96	3,1	3,27
Ni (рухома форма)	4	0,5	0,5	0,5	1,95	1,75
Cu (рухома форма)	3	0,99	0,83	0,75	2,51	1,9
Cr (рухома форма)	6	0,79	0,65	0,72	6,33	4,57
Pb (валовий вміст)	32	15	15	15	3,17	2,74
Cd (валовий вміст)	-	2	2	2	-	-
Cd (рухома форма)	-	0,5	0,5	0,5		-

Ділянка № 3 характеризує західну межу проммайданчику ДТЕК Ладжинська ТЕС.

Вміст цинку на протязі років коливається в межах 2,30 до 3,30 мг/кг. За Ni, Cu та Cr спостерігається тенденція до збільшення концентрації у ґрунті. Концентрація міді збільшується значніше, приблизно у 8 разів. Тенденція змін концентрацій свинцю та кадмію така ж, як і на попередніх ділянках спостереження.

Концентрація важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 3 знаходиться у межах норми і не перевищує ГДК.

Таблиця 3.6

Вміст важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 4 ДТЕК Ладизинська ТЕС у 2018–2022 рр.

Метали	ГДК (мг/кг)	2018	2019	2020	2021	2022
Zn (рухома форма)	23	8,22	7,68	7,83	0,24	0,54
Ni (рухома форма)	4	0,5	0,5	0,5	0,21	0,62
Cu (рухома форма)	3	0,5	0,5	0,5	0,12	0,15
Cr (рухома форма)	6	0,5	0,5	0,5	3,38	2,5
Pb (валовий вміст)	32	15	15	15	0,92	0,88
Cd (валовий вміст)	-	2	2	2	-	-
Cd (рухома форма)	-	0,5	0,5	0,5	-	-

Характеризує північну межу проммайданчику ДТЕК Ладизинська ТЕС. Вміст у ґрунтах Zn з роками значно зменшується. Концентрація Ni, Cu та Cr у період за 2018 по 2020 роки залишається незмінною. З 2020 по 2021 рівень нікелю та хрому незначно підвищився, а міді – знизився. Концентрація свинцю у період з 2018 по 2020 роки залишається такою ж, як і раніше – 15 мг/кг. У період з 2021 року, концентрація свинцю на ділянці № 4 менша, у порівнянні з іншими пунктами спостереження. Тенденція змін концентрацій кадмію такаж, як і на попередніх ділянках спостереження.

Концентрація важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 4 знаходиться у межах норми і не перевищує ГДК(табл. 3.7).

Ділянка №5 вказує на стан ґрунтів у районі водно-фільтрувального блоку. У період 2018-2020 рр. вміст Zn у ґрунті залишається практично на одному рівні, а починаючи з 2020 року концентрація цинку різко знижується.

За Cu, також, прослідковується тенденція до зниження з роками. Вміст Ni та Cr з роками поступово збільшується.

Таблиця 3.7

Вміст важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 5 ДТЕК Ладизинська
ТЕС у 2018–2022 рр.

Метали	ГДК (мг/кг)	2018	2019	2020	2021	2022
Zn (рухома форма)	23	8,9	9,1	8,44	1,16	1,26
Ni (рухома форма)	4	0,51	0,59	0,62	0,77	1,23
Cu (рухома форма)	3	0,69	0,78	0,83	0,5	0,42
Cr (рухома форма)	6	0,56	0,63	0,55	2,58	2,22
Pb (валовий вміст)	32	9,23	15	15	1,68	1,47
Cd (валовий вміст)	-	2	2	2	-	-
Cd (рухома форма)	-	0,5	0,5	0,5	-	-

У 2018 році вміст свинцю на ділянці був дещо меншим, ніж на інших ділянках спостереження; за період 2019-2020 рр. залишається однаковим, а з 2020 – знижується. Вміст у ґрунті кадмію зафіксований лише у період з 2018 по 2020 роки. Його концентрація залишається на одному рівні.

У цілому, вміст досліджуваних хімічних елементів у ґрунтах відносно стабільний і не викликає небезпеки для навколишнього середовища.

Таблиця 3.8

Вміст важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 6 ДТЕК Ладизинська
ТЕС у 2018–2022 рр.

Метали	ГДК (мг/кг)	2018	2019	2020	2021	2022
Zn (рухома форма)	23	2,71	2,44	2,12	5,62	6,17
Ni (рухома форма)	4	0,5	0,5	0,5	1,25	1,84
Cu (рухома форма)	3	0,5	0,5	0,5	0,79	0,96
Cr (рухома форма)	6	0,52	0,58	0,53	3,74	3,41
Pb (валовий вміст)	32	15	15	15	0,75	1,19
Cd (валовий вміст)	-	2	2	2	-	-
Cd (рухома форма)	-	0,5	0,5	0,5	-	-

Ділянка № 6 характеризує стан ґрунтів на схід від госпфекальних споруд.

Концентрація Zn, Ni, Cu та Cr у ґрунті з роками поступово збільшується. Тенденція змін концентрацій свинцю та кадмію такаж, як і на попередніх ділянках спостереження.

В загальному підсумку, концентрація важких металів у ґрунтах ділянки спостережень №6 не перевищує ГДК і знаходиться у межах норми.

Таблиця 3.9

Вміст важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 7 ДТЕК Ладизинська
ТЕС у 2018–2022 рр.

Метали	ГДК (мг/кг)	2018	2019	2020	2021	2022
Zn (рухома форма)	23	2,37	2,51	2,08	21,4	20,6
Ni (рухома форма)	4	0,85	0,97	0,83	3,7	3,81
Cu (рухома форма)	3	0,82	0,89	0,95	2,19	1,95
Cr (рухома форма)	6	1,05	0,98	0,92	5,32	4,57
Pb (валовий вміст)	32	15	15	15	3,77	3,29
Cd (валовий вміст)	-	2	2	2	-	-
Cd (рухома форма)	-	0,5	0,5	0,5	-	-

Ділянка спостережень № 7 розташована на захід від госпфекальних споруд.

У період з 2018 по 2020 рік концентрація Zn у ґрунті значно не змінюється, проте у 2020-2021 різко збільшується аж у 10 разів, що ставить питання про причини такого різкого збільшення. При цьому, наявна концентрація цинку є близькою до граничної норми, але не перевищує ГДК.

Ni, Cu та Cr у ґрунті з роками поступово збільшується, але не так суттєво, як цинк (не перевищують ГДК). Динаміка у зміні концентрації Pb та Cd майже не змінюється, у порівнянні з іншими ділянками.

Концентрація важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 7 знаходиться у межах норми і не перевищує ГДК, але концентрація цинку у період з 2020

по 2021 є близькою до граничної норми, тому подальший моніторинг екологічного стану ґрунтів на даній ділянці є обов'язковим.

Таблиця 3.10

Вміст важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 8 ДТЕК
Ладижинська ТЕС у 2018–2022 рр.

Метали	ГДК (мг/кг)	2018	2019	2020	2021	2022
Zn (рухома форма)	23	0,5	0,5	0,5	2,014	4,21
Ni (рухома форма)	4	0,5	0,61	0,61	1,05	3,5
Cu (рухома форма)	3	0,5	0,5	0,5	0,69	2,15
Cr (рухома форма)	6	0,54	0,67	0,5	4,89	5,41
Pb (валовий вміст)	32	15	15	15	1,56	4,68
Cd (валовий вміст)	-	2	2	2	-	-
Cd (рухома форма)	-	0,5	0,5	0,5	-	-

Ділянка спостережень № 8 характеризує стан ґрунтів на схід від золошлаковідвалу.

Вміст Zn на протязі 2018-2022 рр. не змінюється. В 2020 концентрація цинку збільшилася в 4 рази, а в 2021 році – у 8 разів.

Відмічається збільшення показників по Ni з 0,5 мг/кг до 3,5 мг/кг; Cu з 0,5 мг/кг до 2,15 мг/кг, а концентрація Cr збільшилася приблизно у 10 разів з 0,5 мг/кг до 10 мг/кг.

Динаміка у зміні концентрації Pb та Cd за 2018-2020 роки не змінюється. Вміст у ґрунтах Pb за останні роки зменшився, а кадмій взагалі відсутній.

Концентрація важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 8 знаходиться у межах норми і не перевищує ГДК(табл. 3.11).

Ділянка № 9 розташована на захід від золошлаковідвалу. За період 2018–2020 роки концентрація досліджуваних елементів у ґрунті майже не змінюється.

Таблиця 3.11

Вміст важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 9 ДТЕК Ладизинська
ТЕС у 2018–2022 рр.

Метали	ГДК (мг/кг)	2018	2019	2020	2021	2022
Zn (рухома форма)	23	0,5	0,5	0,5	0,62	5,29
Ni (рухома форма)	4	0,54	0,58	0,56	0,89	3,22
Cu (рухома форма)	3	0,5	0,5	0,5	0,41	2,4
Cr (рухома форма)	6	0,5	0,5	0,5	5,25	5,39
3Pb (валовий вміст)	32	15	15	15	2,58	5,68
Cd (валовий вміст)	-	2	2	2	-	-
Cd (рухома форма)	-	0,5	0,5	0,5	-	-

З 2020 року за всіма металами, окрім Cd та Pb прослідковується тенденція до збільшення концентрації. Так, концентрація Zn та Cr у 2022 році збільшилася аж у 10 разів, проте не перевищила ГДК.

В загальному підсумку, концентрація важких металів у ґрунтах ділянки спостережень №9 не перевищує ГДК і знаходиться у межах норми.

Таблиця 3.12

Вміст важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 10 ДТЕК
Ладизинська ТЕС у 2018–2022 рр.

Метали	ГДК (мг/кг)	2018	2019	2020	2021	2022
Zn (рухома форма)	23	0,69	0,59	0,52	0,51	3,69
Ni (рухома форма)	4	0,5	0,5	0,5	0,68	2,88
Cu (рухома форма)	3	0,5	0,5	0,5	0,29	0,49
Cr (рухома форма)	6	0,5	0,5	0,5	5,13	4,71
Pb (валовий вміст)	32	15	15	15	0,76	4,57
Cd (валовий вміст)	-	2	2	2	-	-
Cd (рухома форма)	-	0,5	0,5	0,5	-	-

Ділянка № 10 характеризує стан ґрунтів на північний захід від золошлаковідвалу.

За період 2018-2020 роки коцентрація досліджуваних елементів у ґрунті майже не змінюється. З 2020 року за Zn, Ni, та Cr зафіксована тенденція до

збільшення концентрації даних елементів у ґрунті. Концентрація міді не збільшилася. Вміст Pb та Cd залишається незмінним.

У цілому, на ділянці № 10, вміст досліджуваних хімічних елементів у ґрунтах відносно стабільний і не викликає небезпеки для навколишнього середовища.

Таблиця 3.13

Вміст важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 11 ДТЕК
Ладжинська ТЕС у 2018–2022 рр.

Метали	ГДК (мг/кг)	2018	2019	2020	2021	2022
Zn (рухома форма)	23	0,5	0,5	0,5	0,69	3,89
Ni (рухома форма)	4	0,5	0,5	0,5	1,38	3,57
Cu (рухома форма)	3	0,5	0,5	0,5	0,4	2,08
Cr (рухома форма)	6	0,5	0,5	0,5	5,2	4,12
Pb (валовий вміст)	32	15	15	15	1,27	5,84
Cd (валовий вміст)	-	2	2	2	-	-
Cd (рухома форма)	-	0,5	0,5	0,5	-	-

Ділянка № 11 вказує на стан ґрунтів на північ від золошлаковідвалу.

За період 2018-2020 роки концентрація досліджуваних елементів у ґрунті майже не змінюється. З 2020 року за всіма металами, окрім Cd та Pb прослідковується тенденція до збільшення концентрації. Концентрація Cr у 2020 році збільшилася у 10 разів, але не перевищила ГДК.

Концентрація важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 11 знаходиться у межах норми і не перевищує ГДК (табл.3.14).

Ділянка спостережень № 12 розташована на території водозабору у с. Маньківка. За період 2018-2020 роки концентрація досліджуваних елементів у ґрунті не змінюється. У 2020-2021 роках за Zn, Ni, Cu, Pb та Cd прослідковується тенденція до зменшення концентрації цих елементів у ґрунті, а за Cr – збільшення концентрації.

Таблиця 3.14

Вміст важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 12 ДТЕК Ладизинська
ТЕС у 2018 – 2022 рр.

Метали	ГДК (мг/кг)	2018	2019	2020	2021	2022
Zn (рухома форма)	23	0,5	0,5	0,5	0,2	0,22
Ni (рухома форма)	4	0,5	0,5	0,5	0,51	0,39
Cu (рухома форма)	3	0,5	0,5	0,5	0,41	0,4
Cr (рухома форма)	6	0,5	0,5	0,5	4,11	2,47
Pb (валовий вміст)	32	15	15	15	0,85	0,71
Cd (валовий вміст)	-	2	2	2	-	-
Cd (рухома форма)	-	0,5	0,5	0,5	-	-

В підсумку, концентрація важких металів у ґрунтах ділянки спостережень № 12 не перевищує ГДК і знаходиться у межах норми.

Підводячи загальний підсумок співвідношення фактичних концентрацій важких металів у ґрунті з гранично допустимими, можна окреслити наступні висновки.

- Концентрація свинцю та кадмію у період з 2018 по 2020 рік майже не змінювалася. Вміст кадмію у ґрунті з 2021 по 2022 рік взагалі не виявлений. Вміст свинцю практично на всіх ділянках спостереження складав 50 % від гранично допустимої концентрації, а з 2021 по 2022 рік взагалі не виявлений. Таким чином, наявної загрози забруднення ґрунтів свинцем немає.

- За іншими хімічними елементами, також, прослідковується тенденція до зміни концентрацій у період з 2021 року. У цілому, вміст досліджуваних хімічних елементів у ґрунтах не перевищує ГДК.

- Єдиним зафіксованим, близьким до ГДК елементом, був цинк на ділянці спостережень №7 у період з 2020 по 2021 рік. Ділянка спостережень № 7 розташована на захід від госпфекальних споруд, тому можливо припустити надходження цинку у ґрунт саме від цього промислового об'єкту.

Таким чином, за вмістом важких металів – Zn, Ni, Cu, Cr, Pb та Cd перевищень за ГДК не виявлено, що говорить про відносно стабільний хімічний склад ґрунтів території дослідження.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ ҐРУНТОВОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЇ ПІД ВПЛИВОМ ДТЕК ЛАДИЖИНСЬКА ТЕС

Представлені в роботі дослідження хімічного складу ґрунту під впливом техногенного середовища – ДТЕК Ладижинська ТЕС дають кількісну характеристику накопичення забруднюючих речовин у ґрунті прилягаючих територій. Задля того, аби пом'якшити антропогенний вплив на ґрунтовий покрив пропонується застосувати ряд рекомендацій.

1) Хімічний склад газових викидів суттєво відрізняється залежно від типів палива. Найбільш екологічним паливом для теплових електростанцій є газ. Тверде паливо – торф, кам'яне та буре вугілля, горючі сланці мають у своєму складі вуглеводні, важкі метали та інші хімічні компоненти, що здатні акумулюватися у компонентах навколишнього середовища. За можливості комбінування або переходу на більш «чисте» паливо, підприємство може значно зменшити антропогенний вплив на навколишнє середовище [32].

2) Найбільш небезпечними для населення є відходи згоряння палива на Ладижинській ТЕС. Шляхами переробки золошлакових відходів теплостанції може бути їхнє використання у будівництві та промисловості, як основа дорожнього покриття, як добавка при виготовленні будівельних матеріалів (бетону, шлакоблоків, цегли, цементу, керамзиту) [32].

3) Забруднення ґрунтового прокриву викидами, в значній мірі, також, залежить і від метеорологічних умов. В окремі періоди, метеоумови можуть сприяти накопиченню забруднюючих речовин у ґрунті, потрапляючи з опадами або концентруючись на прилеглих територіях під час штилю. Саме тому, необхідне завчасне прогнозування таких періодів і своєчасне регулювання викидів забруднюючих речовин.

4) Рекомендується висадження потенційної рослинності, яка буде поглинати забруднюючі речовини на різних етапах їх потрапляння в навколишнє середовище. Для поглинання забруднюючих речовин з атмосферного повітря і протидії їх

потрапляння у ґрунт, пропонується висадження порід дерев з широкою екологічною стійкістю. До них відноситься – береза, липа, тополя, осика, клен. Не рекомендується висадження рослинності, що у період цвітіння супроводжується інтенсивним поширенням пилку та насіння і викликає алергічні реакції у людини.

5) Своєчасні та регулярні дослідження території впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС за всіма компонентами довкілля – ґрунт, вода та атмосферне повітря є обов'язковою складовою моніторингу, задля отримання комплексної оцінки стану навколишнього середовища.

Наведені рекомендації можуть бути втіленими на різних етапах роботи підприємства. Головною метою є покращення екологічних умов території техногенного середовища підприємства ДТЕК Ладизинська ТЕС.

ВИСНОВКИ

На підставі проведених досліджень впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС на ґрунтовий покрив, можна окреслити певні закономірності та характеристики стану ґрунтового покриву.

1. На території досліджень (район об'єктів ДТЕК Ладизинська ТЕС) ґрунти мають задовільні буферні якості – нейтральний або слабко-лужний показник рН 7-8,5, при рН <3-4 поглинальна здатність ґрунтів підвищується.

2. Висока концентрація нафтопродуктів була виявлена у період з 2018 по 2020 рік. Найбільша концентрація була виявлена на трьох ділянках спостереження у порядку зниження концентрацій: Д. с. № 5 – водно-фільтрувальний блок, Д. с. № 3 – територія заводу «Буддеталь» та Д. с. № 6 – очисні госпфекальні споруди. На ділянках спостереження № 5 та № 3 концентрація нафтопродуктів у ґрунті перевищує орієнтовно-допустиму концентрація (ОДК) у 200-300 разів. На інших ділянках спостережень, концентрація нафтопродуктів перевищує ОДК приблизно у 100 разів.

У період з 2021 по 2022 рр. ситуація суттєво покращується. Вміст нафтопродуктів досить різко зменшується. Концентрація нафтопродуктів на всій території досліджень не перевищує орієнтовно допустимі концентрації і становить <0,05 мг/кг ґрунту.

3. За вмістом важких металів у ґрунтах встановлено, що перевищення ГДК за цинком (рухома форма); міддю (рухома форма); хромом (рухома форма); нікелем (рухома форма) та свинцем (валовий вміст) не зафіксовано. Поріг визначення вимірювального приладу по кадмію – 0,5 мг/кг (рухома форма) та 2 мг/кг (валовий вміст).

Стан ґрунтів у районі впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС на момент дослідження (осінь 2022 рік) – задовільний. Негативного впливу, який би потребував негайних заходів по ліквідації наслідків антропогенного впливу, не виявлено. Рівень важких металів за період досліджень з 2018 по 2022 рік коливається в межах норми. Але, за вмістом нафтопродуктів необхідні більш детальні дослідження для встановлення причинно-наслідкового характеру їх розповсюдження на території ДТЕК Ладизинська ТЕС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Analysis of the heavy metals content in the soil of Kharkiv recreational areas. *Congress proceedings (student section): V INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS SOCIETY OF AMBIENT INTELLIGENCE*, Praha, 22 March 2022. Praha, 2022. P. 16. URL: <https://doi.org/10.46489/CPIS-070422>.
2. Ang B. W., Su B. Carbon emission intensity in electricity production: a global analysis. *Energy policy*. 2016. Vol. 94. P. 56–63. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.03.038> (date of access: 26.11.2022).
3. Zaytseva I., Povorotnya M. Peculiarities of heavy metal accumulation in edaphotopes of urbophytocenoses under the action of emissions of thermal power plants. *Problems of bioindications and ecology*. 2019. Vol. 24, no. 2. P. 14–26. URL: <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2019-24/2-02> (date of access: 26.11.2022).
4. Визначення стану ґрунтового покриву у районі впливу ДТЕК Ладизинська ТЕС. *Охорона довкілля: зб. наук. ст. XVIII Всеукр. наук. Таліїв. читань.*, м. Харків, 20 жовт. 2022 р. Харків, 2022. С. 150.
5. ДСТУ 4068-2002 Документація. Звіт про геологічне вивчення надр. Загальні вимоги до побудови, оформлення та змісту. Київ, 2002.
6. ДСТУ 4770.2:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 18 с.
7. ДСТУ 4770.3:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Чинний від 2009-01-01. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 18 с.
8. ДСТУ 4770.6:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом

- атомноабсорбційної спектрофотометрії. Чинний від 2009-01-01. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 18 с.
9. ДСТУ 4770.7:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук нікелю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. - IV, 9 с.
 10. ДСТУ 4770.8:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук хрому в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 17 с.
 11. ДСТУ 4770.9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 18 с.
 12. ДСТУ 8346:2015. Якість ґрунту. Методи визначення питомої електропровідності, рН і щільного залишку водної витяжки. На заміну ГОСТ 26423-85; [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 9 с.
 13. ДСТУ ISO 10381-5:2009. Якість ґрунту. відбирання проб. частина 5. настанови з процедури дослідження міських і промислових ділянок щодо забрудненості ґрунту (ISO 10381-5:2005, IDT). [Чинний від 2011-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2009. 33 с.
 14. ДСТУ ISO 11047:2005. Якість ґрунту. Визначання кадмію, хрому, кобальту, купруму, плюмбуму, мангану, ніколу та цинку в екстракті, отриманому після оброблення ґрунту царською водкою. Методи полуменевої та електротермічної атомно-абсорбційної спектрометрії (ISO 11047:1998, IDT). Чинний від 2007-01-01. Вид. офіц. Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2005. 20 с.
 15. ДСТУ ISO10390:2007. Якість Ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:2005, IDT). [На заміну ДСТУ ISO 10390-2001; [Чинний від 2009-10-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2012. 5 с.

16. ДСТУ ГОСТ 17.4.3.01:2019 Охорона довкілля. Якість ґрунту. Загальні вимоги до відбирання проб (ГОСТ 17.4.3.01-2017, IDT)
17. ДСТУ ГОСТ 17.4.4.02:2019 Охорона довкілля. Якість ґрунту. Методи відбирання та підготування проб для хімічного, бактеріологічного, гельмінтологічного аналізу (ГОСТ 17.4.4.02:2019, IDT).
18. Звіт результатів моніторингу ступеня забрудненості ґрунту в районі впливу ДТЕК «Ладизинська ТЕС». Золочів, ПНВП «Екологія», 2016.
19. Звіт результатів моніторингу ступеня забрудненості ґрунту в районі впливу ДТЕК «Ладизинська ТЕС». Золочів, ПНВП «Екологія», 2017.
20. Звіт. Моніторинг ступеня забруднення ґрунтів в районі впливу Відокремленого підрозділу «Ладизинська теплова електрична станція ПАТ ДТЕК «Західенерго» за 2018 р. Харків, ТОВ «ГЕОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ», 2018.
21. Звіт. Моніторинг ступеня забруднення ґрунтів в районі впливу Відокремленого підрозділу «Ладизинська теплова електрична станція ПАТ ДТЕК «Західенерго» за 2019 р. Харків, ТОВ «ГЕОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ», 2019.
22. МВВ №081/12-01 16-03 Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки нафтопродуктів гравіметричним методом.
23. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / За ред. С. М. Рижука, М. В. Лісового, Д. М. Бенцаровського. - Київ, 2003.
24. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / За ред. С. М. Рижука, М. В. Лісового, Д. М. Бенцаровського. - Київ, 2003.
25. Обґрунтування встановлення санітарно-захисної зони для основного промислового майданчика ДТЕК «Ладизинська ТЕС», Вінниця, ПП «Інтер-Еко» 2015.

26. Про відходи: Закон України від 05.03.1998 р. № 187/98-ВР : станом на 16 жовт. 2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр#Text> (дата звернення: 26.11.2022).
27. Про затвердження Методики визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства : Наказ М-ва охорони навколиш. природ. середовища та ядер. безпеки України від 27.10.1997 р. № 171: станом на 12 січ. 2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0285-98#Text> (дата звернення: 26.11.2022).
28. Про затвердження нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах, а також переліку таких речовин: Постанова Каб. Міністрів України від 15.12.2021 р. № 1325. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1325-2021-п#Text> (дата звернення: 26.11.2022).
29. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля: Постанова Каб. Міністрів України від 30.03.1998 р. № 391: станом на 8 верес. 2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-п#Text> (дата звернення: 26.11.2022).
30. Про охорону земель : Закон України від 19.06.2003 р. № 962-IV : станом на 10 лип. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text> (дата звернення: 26.11.2022).
31. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-XII : станом на 10 лип. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 26.11.2022).
32. Шестопалов О. В. Охорона навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами: навч. посіб. / Шестопалов О. В., Бахарєва Г. Ю., Мамедова О. О. та ін. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – 116 с.