

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**  
**Факультет технічних систем та енергоефективних технологій**  
**Кафедра екології та природоохоронних технологій**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Леонід ПЛЯЦУК  
(підпис)

\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**на здобуття освітнього ступеня бакалавр**  
зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» освітньо-  
професійної програми «Технології захисту навколишнього середовища»  
на тему:

**«ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ, ДЕГРАДОВАНИХ В  
РЕЗУЛЬТАТІ ПРОВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ»**

Здобувача групи ТС-01 Литвиненка Івана Костянтиновича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_ Іван ЛИТВИНЕНКО  
(підпис)

Керівник – професор кафедри екології  
та природоохоронних технологій,  
доктор технічних наук,  
професор

\_\_\_\_\_ Лариса ГУРЕЦЬ  
(підпис)

**Суми – 2024**

# СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра екології та природозахисних технологій  
Спеціальність 183 „Технології захисту навколишнього середовища”

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Зав. кафедрою \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студенту \_\_\_\_\_ Група ТС-01  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Технології відновлення ґрунтів, деградованих в результаті проведення бойових дій»
2. Вихідні дані до роботи: дані з вітчизняних фахових та наукових видань, державні екологічні нормативи.
3. Перелік обов'язково графічного матеріалу: презентація

4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

| № | Етапи і розділи проектування   | ТИЖНІ |      |      |      |   |    |
|---|--|-------|------|------|------|---|----|
|   |  | 1, 2  | 3, 4 | 5, 6 | 7, 8 | 9 | 10 |
| 1 | Збір та опрацювання літературних даних   | x     | x    |      |      |   |    |
| 2 | Опрацювання методів термічної утилізації побутових відходів                          |       | x    | x    |      |   |    |
| 3 | Розроблення рекомендацій щодо застосування спалювання побутових відходів для України |       |      | x    | x    |   |    |
| 4 | Виконання завдань за розділом «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»    |       |      |      | x    | x |    |
| 5 | Оформлення бакалаврської роботи  |       |      |      |      |   | x  |

Дата видачі завдання 03.04.2024 р.

Керівник \_\_\_\_\_

посада, вчений ступінь,  
вчене звання ПІБ

## РЕФЕРАТ

*Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра.* Робота складається із вступу, трьох розділів, висновка, списку використаних джерел, який містить 29 найменування. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 49 с, у тому числі список використаних джерел 4 сторінки.

*Мета роботи* – дослідити головні аспекти впливу військових дій на ґрунти та технології їх відновлення.

Для досягнення мети було поставлено і виконано такі завдання:

1) виконати дослідження впливу військових дій на ґрунти в Україні та Сумській області.

2) зробити аналіз стану екосистем та біорізноманіття в районах, де відбуваються військові дії.

3) розглянути технології відновлення ґрунтів, забруднених та порушених у ході бойових дій.

*Об'єкт дослідження* в роботі є ґрунти України та Сумської області.

*Предмет дослідження* є вплив військових дій на ґрунти в Україні та Сумській області.

В ході виконання кваліфікаційної роботи було проаналізовано вплив повномасштабного вторгнення РФ на ґрунтовий покрив України, методи відновлення забруднених та порушених земель на деокупованих територіях.

*Ключові слова:* ҐРУНТ, ЗАБРУДНЕННЯ, ЕКОСИСТЕМА, РЕКУЛЬТИВАЦІЯ.









утворюватися різноманітні локальні ландшафтно-геохімічні аномалії. Відтак ці землі не можна використовувати в довгостроковій перспективі.



Рисунок 1.1 – Місце авіаудару по селу Битиця, Сумська область [3]

До хімічного забруднення воєнно-техногенного походження належать:

- паливо транспортних засобів;
- мастильні матеріали;
- сольвенти;
- відходи гальванічного виробництва;
- залишки вибухових речовин;
- дезактиваційні речовини;
- важкі метали та їхні сполуки, радіоактивні речовини.

Небезпечними речовинами фізико-хімічного типу є вибухонебезпечні матеріали. При здійсненні стрільб використовуються боеприпаси з різним складом пороху та вибухових речовин, при горінні яких утворюються такі речовини як азот, сажа, вуглеводні, свинець, двоокис марганцю та інші похідні, що негативно впливають на здоров'я людини та навколишнє природне середовище. Так, наприклад при вибуху одного 115 мм осколково-фугасного боеприпасу, спорядженого гексогеном, утворюється близько 4000 л газу, який

|       |         |              |             |       |      |            |  |  |     |
|-------|---------|--------------|-------------|-------|------|------------|--|--|-----|
| Інв.№ | № докл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№ | Дата | ТС20510047 |  |  | Арк |
|       |         |              |             |       |      |            |  |  | 8   |
| Вип   | Арк     | № докум.     | Підп.       | Дата  |      |            |  |  |     |





2) Ризик вибуху. Нерозірвані боєприпаси та міни можуть випадково детонувати через зовнішні впливи, такі як температура, вологість, пошкодження або навіть неправильна обробка зброї. Це може призвести до подальшого пошкодження ґрунту та навколишнього середовища.

3) Вплив на біорізноманіття. Нерозірвані боєприпаси та міни можуть впливати на місцеве біорізноманіття, знищуючи рослини та тварин, які знаходяться в цих районах. Це може призвести до зміни екосистем та загрози вимирання видів.

4) Імпакт на сільське господарство. Наявність нерозірваних боєприпасів та мін може обмежувати можливості для сільського господарства та розвитку інфраструктури в цих районах через ризик вибухів та небезпеку для місцевих жителів.

Для мінімізації цих загроз важливо проводити систематичний пошук і знешкодження нерозірваних боєприпасів та мін, а також регулярно моніторити та контролювати стан ґрунту у районах, що піддаються ризику.

Значне місце в забрудненні ґрунтів займають важкі метали. До них відносять високий вміст свинцю, міді, миш'яку, цинку, хрому, кадмію, молібдену, барію, калію, магнію та вольфраму

Вуглеводневе забруднення представлене нафтопродуктами, а також парафінами, нафтенами, ароматичними вуглеводнями та їх вуглеводнями, які входять до складу нафти та нафтопродуктів.

Інша група включає хлоровані вуглеводневі сполуки, такі як дихлоретан, трихлоретан і хлорбензол. Ці сполуки складають основну частину розчинників, як і толуол та інші гомологи бензолу.

Забруднення трихлоретаном також пов'язане із залишками ракетного палива.

**Фізичний вплив.** Відбувається зміна фізичних властивостей ґрунтового покриву внаслідок застосування систем зброї та військової техніки. Наведемо основні компоненти фізичного впливу різної природи на середовище від

|             |  |
|-------------|--|
|             |  |
| Інв.№дата   |  |
| Взаєм.інв.№ |  |
| Піп. і дата |  |
| Інв.№полл.  |  |

|     |     |          |       |      |  |            |     |
|-----|-----|----------|-------|------|--|------------|-----|
|     |     |          |       |      |  | ТС20510047 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |  |            | 10  |

застосування систем зброї і військової техніки під час проведення воєнних заходів.

**Вібрація.** Вибухи боєприпасів та стрільба з різних систем зброї можуть призводити до різноманітних негативних наслідків для довкілля та здоров'я людей. Вибухи можуть спричиняти забруднення ґрунту та водоїм шматками металу, речовинами і хімічними реактивами, що містяться в боєприпасах. Це може впливати на рівень токсичності води та ґрунту, загрожуючи тваринам і рослинам, а також людям, які використовують ці ресурси.

Шум та вібрація від вибухів та стрільби можуть мати негативний вплив на здоров'я людей, які проживають у цих районах. Це може призводити до стресу, порушень сну, посиленого втомлення та інших проблем зі здоров'ям.

**Радіоактивний вплив.** Відбувається підвищення вмісту радіоактивних речовин через застосування боєприпасів із збідненим ураном, засобів та приладів із джерелами іонізуючого випромінювання. На сьогодні в Україні не зареєстровано використання такого типу зброї [4].

**Тепловий вплив.** Відбувається миттєвий ріст температури внаслідок викидів нагрітого повітря, порохових газів, газоподібних продуктів вибухового перетворення боєприпасів та вихлопних газів [4]. Тепловий вплив негативно впливає на ґрунтовий покрив, викликаючи порушення термічного та водного режиму, зміни гранулометричного та агрегатного складу. Зміна термічного режиму ґрунту впливає на ґрунтові організми, змінюючи їхню оксигенацію та призводить до зниження біорізноманіття. Нормативів загального характеру для цього виду впливу не розроблено.

Зокрема сильний термічний вплив на ґрунт має вибух фосфорної бомби. Температура горіння фосфору складає близько 3000 °С. На рисунку 1.2 та 1.3 зображено вплив вибуху фосфорної бомби на чорнозем.

|  |               |  |  |  |
|--|---------------|--|--|--|
|  |               |  |  |  |
|  | Інв. № дата   |  |  |  |
|  | Взаєм. інв. № |  |  |  |
|  | Піп. і дата   |  |  |  |
|  | Інв. № подл.  |  |  |  |

|     |     |          |       |      |  |  |  |  |  |            |     |
|-----|-----|----------|-------|------|--|--|--|--|--|------------|-----|
|     |     |          |       |      |  |  |  |  |  | ТС20510047 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |  |  |  |  |  |            | 11  |



Рисунок 1.2 – Кратер, утворений фосфорним бомбардуванням [4]



Рисунок 1.3 – Середня частина профілю чорнозему звичайного малогумусного глибокого легкосуглинкового з ознаками термічного впливу [4]

## 1.2 Порухення ґрунтів України та Сумської області у ході бойових дій

Географічне розташування та клімат України мають значний вплив на її ландшафти, флору та фауну. Оскільки Україна знаходиться у помірному поясі, її клімат різноманітний, що сприяє різноманітності природних умов.

Україна є державою з великим біорізноманіттям, оскільки на її території зустрічаються різноманітні ландшафти, кліматичні зони та типи ґрунтів. Тут

|              |              |               |             |
|--------------|--------------|---------------|-------------|
| Інв. № докл. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № дата |
|              |              |               |             |

можна знайти степові, лісостепові, ліси, гірські масиви, болота та інші типи природних угідь.

Україна є важливим регіоном для збереження біорізноманіття в Європі, оскільки значна частина видів, які зустрічаються тут, є унікальними для цього регіону.

Кліматичні умови сприяють формуванню родючих ґрунтів. Наприклад, чорноземи різних типів, які займають значну площу в Україні, є дуже плідними та добре підходять для сільськогосподарського використання.

Ґрунт є живою екологічною системою і, водночас, обмеженим ресурсом, який є життєво важливим для навколишнього середовища і людини. Його легко знищити, оскільки формування та відновлення ґрунтів займає століття.

Статистичні дані свідчать про серйозні проблеми з ґрунтами в Україні [5]. Близько 20% сільськогосподарських угідь вже зазнали суттєвої деградації, що може бути спричинено неправильним використанням земель, надмірним використанням пестицидів та хімічних добрив, ерозією та іншими факторами [5].

Втрати гумусу становлять 30% [5] протягом останніх 130 років. Гумус є важливим компонентом ґрунту, який забезпечує його родючість та вологовиведення. Втрата гумусу може призвести до зниження родючості ґрунтів і зменшення врожайності [5].

Рівень розораності земель в Україні один з найвищих у світі, становлячи 53,9%. Це може призвести до ерозії ґрунтів, втрати родючого шару та зменшення його плодючості [5].

Але найбільшою проблемою сьогодення є війна. Військова агресія росії призвела до серйозних екологічних проблем для України. Обстріли, вибухи та пожежі на промислових об'єктах призводять до значного забруднення повітря та води токсичними речовинами, що загрожує здоров'ю людей і природі. Постійні обстріли і бомбардування призводять до руйнування рослинних

|             |  |
|-------------|--|
|             |  |
| Інв.№дата   |  |
| Взаєм.інв.№ |  |
| Піп. і дата |  |
| Інв.№полл.  |  |

|     |     |          |       |      |  |            |     |
|-----|-----|----------|-------|------|--|------------|-----|
|     |     |          |       |      |  | ТС20510047 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |  |            | 13  |

формацій і унікальних екосистем, що має негативний вплив на біорізноманіття та екологічну різноманітність.

Забруднення важкими металами може відгукуватись дуже через сотню років. У місцях бойових дій важкі метали подекуди перевищують фонові значення у 30 разів [2]. Із залишками зброї у ґрунт потрапляють такі метали як хром (Cr), миш'як (As), ртуть (Hg), нікель (Ni), цинк (Zn) і кадмій (Cd). Ці речовини потрапляючи до ґрунту, мігрують до ґрунтових вод і в результаті потрапляють до харчових ланцюгів, впливаючи і на тварин, і на людей [2].

Руйнування промислових об'єктів може призвести до викидів небезпечних речовин у навколишнє середовище, а також до витоків небезпечних речовин у водойми та ґрунт.

Прямий вплив бойових дій на ландшафти та ґрунти проявляється у вигляді зміни площі поверхні, фізичного (уламки, осколки) та хімічного забруднення, зміни фізичних і хімічних властивостей, знищення біологічних елементів.

Вирви на місці вибуху або бойових дій руйнують конструкцію. Вони призводять до деградації ґрунту, викликаючи локальне ущільнення і підвищуючи крихкість верхнього шару ґрунту. Верхній шар ґрунту стає більш вразливим до ерозії під дією вітру та води.

Україна - одна з найбільш замінованих країн у всьому світі. За даними ПРООН, в Україні площа замінованої території у 4,5 раза перевищує розміри Швейцарії [6].

Станом на 2024 р приблизно 174 тис км<sup>2</sup> включно з морськими акваторіями вважаються забрудненими вибухонебезпечними предметами, а це 30% території України, з яких близько 470 тисяч гектарів сільськогосподарських земель.

|              |             |               |             |            |     |          |       |      |     |
|--------------|-------------|---------------|-------------|------------|-----|----------|-------|------|-----|
| Інв. № докл. | Піп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № дата | ТС20510047 |     |          |       |      | Арк |
|              |             |               |             |            |     |          |       |      | 14  |
|              |             |               |             | Вип        | Арк | № докум. | Підп. | Дата |     |
|              |             |               |             |            |     |          |       |      |     |



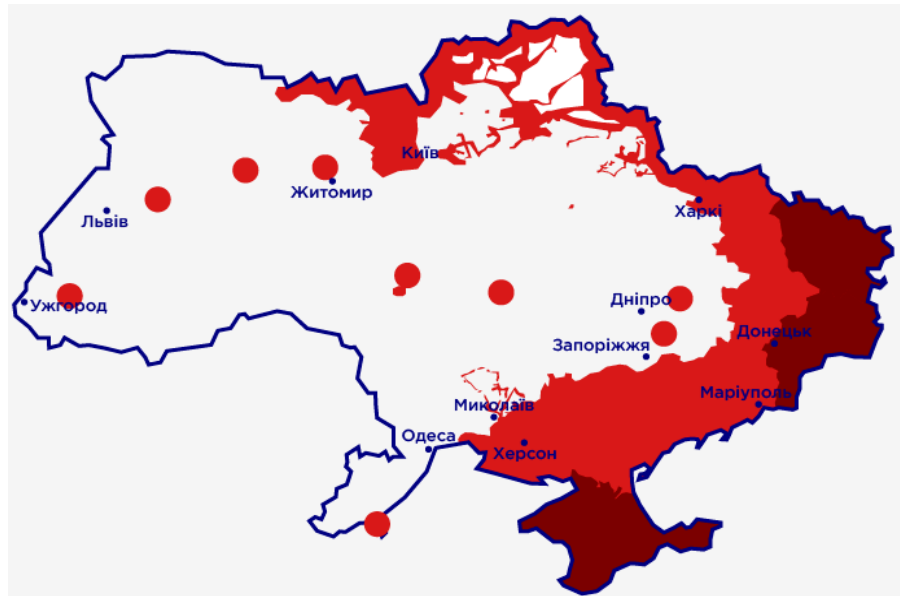


Рисунок 1.4 – Карта України з потенційно забрудненими територіями вибухонебезпечними предметами [6]

Найбільш забрудненими регіонами в Україні є Донецька, Миколаївська, Харківська та Херсонська області. Схід України є одним з найбільш забруднених областей у світі, де на даний момент неможливо провести аналіз та розмінування територій через окупаційний режим, у тому числі невідомо наскільки складна ситуація у Криму.

Значний вплив на стан ґрунтів має будівництво укріплень та окопів. На сьогоднішній час по всій кордонній лінії з росією та білоруссю зводяться фортифікаційні споруди. Тисячі екскаваторів та важкої техніки цілодобово зводять укріплення, тим самим завдають серйозної шкоди родючому шару ґрунту. Під час будівництва укріплень та окопів можуть використовуватися різні матеріали, які можуть негативно впливати на якість ґрунту та водні ресурси. Наприклад, використання цементу може спричинити забруднення ґрунту токсичними речовинами. Викопування окопів може пошкодити корінну систему рослин, що ростуть у прилеглих районах. Це може призвести до зниження врожайності та зменшення біорізноманіття.

|             |              |
|-------------|--------------|
| Інв.№       | № докл.      |
| Взаєм.інв.№ | Підп. і дата |
| Інв.№       | Дата         |





осушення Каховського водосховища, неможливість водопостачання у Нікопольському районі, який обстрілюють кожного дня, загроза зникнення 30% природно-заповідного фонду Херсонщини [10].

Статистичні дані по шкоді завданій довкіллю України [11] за два роки повномасштабного вторгнення складають 63 млрд. доларів США. Найбільше потерпають наступні області [11]:

- Донецщина – близько 18 млрд. доларів США;
- Луганщина – близько 13 млрд. доларів США;
- Харківщина – близько 11,5 млрд. доларів США.

Згідно даних [11] військові дії росії спричинили 150 млн додаткових викидів парникових газів. Кожний день війни збільшує цей показник.

З початку вторгнення росія запустила по Україні понад 10 тисяч ракет та ударних дронів. Вони вибухнули, або були знищені на території України, але хімічні речовини рознесло на тисячі кілометрів. Від цього страждають і сусідні держави.

Бойові дії на даний час відбуваються на території близько 30 тис. км<sup>2</sup> українського лісу. Лісові пожежі мають вплив на кліматичну систему. Відбувається неспроможність поглинання лісами CO<sub>2</sub>;

Як наслідок, вплив військових дій на території України відчує населення всього світу.

Однією з областей, які зазнали впливу бойових дій є Сумська. Кожного дня росія обстрілює з важкого озброєння територію Сумської області, особливо прикордонні райони. На даний час немає змоги повністю оцінити обсяг заподіяних природному фонду області збитків.

Через рік після деокупації регіону, яка датується квітнем 2022-го, правозахисники Громадської приймальні Української Гельсінської спілки з прав людини (УГСПЛ) м. Суми, посилаючись на Державну екологічну інспекцію у Сумській області, вели мову про 2 млрд 91 млн грн збитків, завданих внаслідок 53 випадків впливу на компоненти довкілля [7].

|             |       |
|-------------|-------|
| Інв.№       | Дата  |
| Взаєм.інв.№ |       |
| Піп. і дата |       |
| Інв.№       | полл. |

|     |     |          |       |      |  |            |     |
|-----|-----|----------|-------|------|--|------------|-----|
|     |     |          |       |      |  | ТС20510047 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |  |            | 17  |

Сумська область – одна з найзабрудненіших вибухівкою областей. Ще в серпні минулого року відсоток забруднення земель регіону становив 47% [7]. Ситуація не змінилася на краще і до сьогодні.

Найбільшого впливу бойових дій зазнала Есманська громада. Тут пошкоджено близько 100 га земель [8].



Рисунок 1.5 – Воронка від артилерійського снаряду на полі в с. Шалигіно [8]

Минулого року війська росії завдали ракетних ударів по нафтобазі в одному із райцентрів Сумщини [9]. Внаслідок цього було зруйновано та пошкоджено кілька трубопроводів та резервуарів з нафтою. Це призвело до пожежі та витoku нафтопродуктів на землі промислового призначення. З урахуванням об'єму нафти та часу її горіння, спеціалістами розраховано збитки за неорганізований викид забруднюючих речовин в атмосферне повітря на суму майже 0,5 млн. грн [9].

|       |         |             |             |       |      |            |     |
|-------|---------|-------------|-------------|-------|------|------------|-----|
| Інв.№ | № докл. | Піп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№ | Дата | ТC20510047 | Арк |
|       |         |             |             |       |      |            |     |



Рисунок 1.6 – Зруйновані резервуари з нафтою [9]

Також було знищено частину лісового масиву Очкинського лісництва ДП «Свеське лісове господарство» [9]. Засмічена площа склала 2,5 га.



Рисунок 1.7 – Руйнація лісового масиву Очкинського лісництва

Слід підкреслити, що зазначені лісові угіддя знаходяться у безпосередній близько з природно-заповідним фондом загальнодержавного значення – Національним природним парком «Деснянсько-Старогутський», та являються важливою складовою екосистеми краю. За підрахунками спеціалістів, загальна сума збитків, завданих внаслідок засмічення земель лісового фонду, склала понад 8 мільйонів гривень [9].

|              |       |
|--------------|-------|
| Інв.№        | Дата  |
| Взаєм.інв.№  |       |
| Підп. і дата |       |
| Інв.№        | Полл. |

|     |     |          |       |      |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

ТС20510047

Арк

19

На території Сумської області на даний час активно зводять фортифікаційні споруди, укріплення та окопи. Дане будівництво призводить до знищення плідного верхнього шару ґрунту та порушення його структури. У процесі будівництва відбувається засмічення ґрунту паливно-мастильними матеріалами від техніки.

В наслідок постійних обстрілів з боку росії великі території непридатні для сільськогосподарської роботи. Це зокрема стосується прикордонних районів (Краснопільська, Юнаківська, Білопільська громади).

|              |              |               |             |            |     |          |       |      |     |
|--------------|--------------|---------------|-------------|------------|-----|----------|-------|------|-----|
| Інв. № полл. | Піпп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № дата | ТС20510047 |     |          |       |      | Арк |
|              |              |               |             | Вип        | Арк | № докум. | Підп. | Дата | 20  |



Palantir Technologies це компанія, яка спеціалізується на створенні платформ для аналізу великих масивів даних.

Основними клієнтами даної компанії є інвестбанки, хедж-фонди і спецслужби, зокрема ЦРУ в США.

Компанія була заснована у 2003 році групою інвесторів на чолі з Пітером Тілем. Він відомий як перший інвестор Facebook та співзасновник PayPal.

На даний момент розмінування території України проходить в шість умовних етапів [14].

Перший етап. Відбувається оперативне реагування на артилерійський, ракетний або інший вид обстрілу, після інцидентів із вибухонебезпечними предметами, з метою пошуку та знищення боєприпасів, що не вибухнули, та їхніх залишків, забезпечення процесуальних дій правоохоронних органів [14].

Другий етап. Відбувається проведення оперативного реагування з метою пошуку виявлення, знешкодження мін та вибухових предметів на де окупованих територіях для розблокування функціонування об'єктів критичної інфраструктури та життєзабезпечення, об'єктів транспортної інфраструктури та доступу населення до соціальних об'єктів та житла.

Третій етап. Забезпечення безпечних робіт на сільськогосподарських землях. Відбувається оперативний пошук та знешкодження вибухонебезпечних предметів.

Перші три етапи – оперативного характеру. Вони відбуваються безпосередньо у областях, які постраждали від російської агресії. Координацію заходів оперативного реагування здійснюють відповідні командування Сил оборони України та військові адміністрації [14].

До виконання перелічених етапів залучаються виключно урядові підрозділи сил оборони та безпеки (групи розмінування Державної спеціальної служби транспорту, піротехнічні підрозділи Державної служби України з надзвичайних ситуацій, вибухотехнічні групи Національної поліції

|               |  |
|---------------|--|
|               |  |
| Інв. № дата   |  |
| Взаєм. інв. № |  |
| Піп. і дата   |  |
| Інв. № подл.  |  |

|     |     |          |       |      |  |            |     |
|-----|-----|----------|-------|------|--|------------|-----|
|     |     |          |       |      |  | ТС20510047 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |  |            | 22  |



України, інженерно-саперні підрозділи Збройних Сил України та Національної гвардії України) [14].

Четвертий етап. Нетехнічне обстеження в рамках виконання алгоритму обстеження земель відповідно до національних та міжнародних стандартів протимінної діяльності [14]. Основною метою є огляд імовірно забруднених та забруднених територій, які потенційно можуть містити ризики від вибухонебезпечних предметів та мін. До цього етапу залучаються оператори протимінної діяльності.

П'ятий етап. Відбувається гуманітарне розмінування в рамках виконання дій з вивільнення ґрунтів. Включає в себе дії спрямовані на зменшення територій під час технічного обстеження, повне очищення територій методом розмінування або очищення району ведення бойових дій.

Шостий етап. Зовнішній контроль якості розмінування силами акредитованих спеціалістів із інспектування. Після успішного проведення зовнішнього контролю якості оператор протимінної діяльності передає відповідальність за територію місцевим органам влади.

Для заходів, які вказані в 4-6 етапах із вивільнення земель Національним органом з питань протимінної діяльності залучені міжнародні та національні неурядові організації, які пройшли сертифікацію як оператори протимінної діяльності. Указані організації, як оператори протимінної діяльності, здійснюють свою діяльність виключно за кошти, надані донорами. Наразі вони виконують завдання з гуманітарного розмінування на деокупованих територіях Житомирської, Херсонської, Миколаївської, Київської, Чернігівської, Сумської та Харківської областей.

На даний час до розмінування залучено близько тисячі фахівців та 17 машин [15].

Спеціалісти встановили, що із обстежених земель більше 124 га потребують очищення [15]. Вже розміновано близько 76 тис. га, але ще 7,8 тис.

|               |  |
|---------------|--|
|               |  |
| Інв. № дата   |  |
| Взаєм. інв. № |  |
| Піпп. і дата  |  |
| Інв. № подл.  |  |

|     |     |          |       |      |  |            |     |
|-----|-----|----------|-------|------|--|------------|-----|
|     |     |          |       |      |  | ТС20510047 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |  |            | 23  |

га треба розмінувати. Оцінки програми розвитку ООН показують, що розмінування території України коштуватиме близько \$35,7 млн [15].



Рисунок 2.1 – Процес розмінування земель з залученням саперів та машини для знешкодження вибухонебезпечних предметів [15]

Належне розмінування земель є складним і дорогим [16]. Тому все більше аграріїв користуються послугами «чорних саперів», оскільки праця спеціалістів коштує дуже великих коштів.

Розмінування своїми руками, яке інколи практикується на невеликих фермах, є надзвичайно небезпечним і вкрай nereкомендованим способом боротьби з вибухонебезпечними предметами.

До основних методів «саморозмінування» належать [16]:

1) Використання довгих щупів. Фермери можуть використовувати довгі металеві щупи для виявлення мін у ґрунті.

2) Підривання саморобними засобами. Деякі аграрії можуть спробувати підривати міни, кидаючи на них важкі предмети з безпечної відстані.

3) Використання тракторів з бронею. Інколи використовуються трактори з встановленими сталевими роликами або броньованими захистами на передній частині для «розмінування».

До основних ризиків та небезпек такої «самодіяльності» відносяться [16]:

|             |         |
|-------------|---------|
| Інв.№       | № докл. |
| Підп.       | і дата  |
| Взаєм.інв.№ |         |
| Інв.№       | Дата    |



- високий ризик підриву. Самостійне розмінування без належного досвіду та обладнання значно підвищує ризик підриву та травмування або загибелі.

- Непередбачуваність вибухівки. Міни можуть мати різні тригери та механізми, які можуть спрацювати непередбачувано.

- Недостатній захист. Саморобні броньовані трактори та інші засоби захисту не завжди ефективні проти потужних вибухів.

- Відсутність знань і досвіду. Брак спеціальних знань та навичок може призвести до фатальних помилок.

Самостійне розмінування є вкрай небезпечним та може призвести до важких травм або загибелі. Краще залишити це завдання професіоналам, які мають відповідний досвід та технічні засоби для безпечного знешкодження вибухонебезпечних предметів. Інформування влади та використання спеціалізованих саперних служб – це найкращий спосіб забезпечити безпеку для себе та оточуючих.

## 2.2 Відновлення ґрунтів, забруднених хімічними продуктами вибухів

Відновлення ґрунтів, забруднених хімічними продуктами вибухів, є складним процесом, який вимагає використання різних методів залежно від типу та рівня забруднення.

Вибухи снарядів мають суттєвий вплив на навколишнє середовище, викликаючи низку негативних наслідків. Одним з таких є хімічне забруднення. Сучасні боєприпаси мають в своєму складі речовини, які не піддаються біологічному розкладанню, і цим самим забруднюють ґрунт [17].

Хімічне забруднення внаслідок військових дій є складним і багатограним явищем, яке вимагає розгляду з трьох основних позицій: забруднення потенційно токсичними елементами, вибуховими речовинами та іншими хімічними агентами.

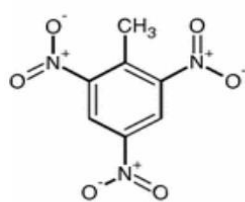
|            |              |             |           |            |     |          |       |      |     |
|------------|--------------|-------------|-----------|------------|-----|----------|-------|------|-----|
| Інв.№полл. | Піпп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дата | ТС20510047 |     |          |       |      | Арк |
|            |              |             |           | Вип        | Арк | № докум. | Підп. | Дата | 25  |

Забруднення важкими металами може тривати десятками років. Так ,наприклад, невикористана куля може вивільняти свинець, який потім будуть поглинати рослини.

Окрім свинцю, із залишками боєприпасів у ґрунт потрапляють такі метали, як хром, миш'як, ртуть, нікель, цинк і кадмій [16].

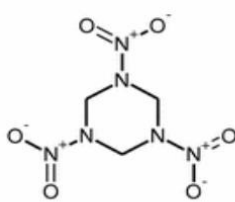
Вибух кожного боєприпасу – хімічна реакція. 100% хімічної частини снаряда потрапляє у довкілля: щось у повітря, щось відразу в ґрунт. Так у землі з'являються алюміній, мідь, ін. важкі метали. Внаслідок окиснення вибухівки у повітря та ґрунт потрапляють сірка та азот.

Також в результаті вибуху у ґрунт потрапляють вибухові речовини (2,4,6-тринітротолуол (тротил), гексагідро-1,3,5-тринітро-1,3,5-тріазин і октагідро-1,3,5,7-тетранітро-1,3,5,7-тетразоцин, різні перхлоратні сполуки, які використовуються в ракетних і гарматних порохам).



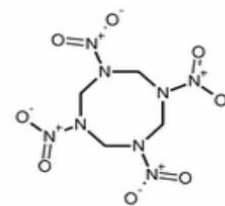
**TNT**

2,4,6 - тринітротолуен



**RDX**

Гексагідро-1,3,5 – тринітро-1,3,5-тріазин



**HMX**

Октагідро-1,3,5,7-тетранітро -1,3,5,7-тетразоцин



Рисунок 2.2 – Основні вибухові речовини [18]

Ці токсичні речовини не лише вбивають рослини, але й накопичуються в них.

Металеві уламки від снарядів є небезпечними для довкілля. Для виробництва оболонки боєприпасів зазвичай використовують чавун із

|              |       |
|--------------|-------|
| Інв.№        | Дата  |
| Взаєм.інв.№  |       |
| Піпп. і дата |       |
| Інв.№        | полл. |

домішками сірки та міді. Мідь – важкий метал і деякі його сполуки є токсичними та впливають на функціонування живих організмів.

В таблиці 2.1 наведено кількість хімічних елементів, що потрапляють в ґрунт від снарядів [17].

Таблиця 2.1 - Кількість хімічних елементів, що потрапляють в ґрунт від снарядів

| Калібр<br>снаряду, мм | Кількість<br>воронок<br>даного<br>калібру | Маса<br>заліза, т | Маса<br>вуглецю, т | Маса<br>сірки, т | Маса<br>міді, т |
|-----------------------|---|-------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| 82                    | 4342                                      | 12,50             | 0,20               | 0,23             | 0,09            |
| 120                   | 2775                                      | 47,95             | 0,75               | 0,90             | 0,35            |
| 152                   | 8347                                      | 312,51            | 4,88               | 5,86             | 2,28            |
| 220                   | 41  | 3,90              | 0,06               | 0,07             | 0,03            |

Для очищення ґрунтів від важких металів існують різні методи. Одним з них є фізичне видалення ґрунту [18]. Його суть полягає в видаленні шару ґрунту і переміщення його в спеціальне місце для зберігання. Це найдавніший методом рекультивациі забрудненого ґрунту.

Недоліком такого методу є те, що забруднення просто переміщуються в інше місце, де необхідно контролювати стан забрудненого ґрунту.

Існують наступні методи очищення ґрунту від важких металів [18]. До них відносять:

- **Хімічне осадження.** Цей метод передбачає додавання реагентів, які утворюють нерозчинні сполуки з важкими металами. При низьких концентраціях важких металів процес осадження стає менш ефективним через недостатню кількість металу для утворення осаду.

- **Окислення або відновлення.** Ці процеси змінюють валентний стан металів, що може перевести їх у менш розчинну або менш токсичну форму.

|              |            |
|--------------|------------|
| Інв.№        | № докл.    |
| Взаєм.інв.№  | Інв.№ дата |
| Підп. і дата |            |
| Інв.№        | № докл.    |



здатність поглинати і накопичувати важкі метали у своїх тканинах ( індійська гірчиця, люцерна, соняшник).

Фіторе mediaція має ряд переваг перед фізичними методами ремедіації. Основні з них [22] :

- використовується на великих площах;
- значно дешевша;
- не вимагає спеціального обладнання;
- сприяє збереженню та покращенню навколишнього середовища, тому що пов'язана із вирощуванням рослин та покращенням стану ґрунтів. Серед рослин-гіперакумуляторів високою поглинальною здатністю важких металів відрізняються гірчиця сарептська та овес польовий.

Рослина – фітоекстрактор повинна відповідати певним вимогам [21]:

- мати малий прояв фітотоксичних ефектів (знебарвлення, пігментація, некрози, затримка росту й розвитку) результати великого впливу забруднення;
- мати високу швидкість росту;
- утворювати значну надземну біомасу;
- мати глибоко розрощу кореневу систему;
- не вимагати особливої агротехніки, бути стійкою до хвороб і шкідників;
- бути не привабливою для тварин і людини для запобігання отруєння.

Також при виборі рослин-фітоекстракторів потрібно звертати увагу на такі властивості, як [21]:

- здатність корневих ексудатів розчиняти сполуки важких металів; уміння закріплювати метал в корені та транспортувати його в надземну біомасу;
- перешкоджати вилугуванню токсиканта з верхнього шару ґрунту в підземні води.

Для біологічного очищення ґрунту використовують гречку та кормові боби, що характеризуються високим виносом міді, нікелю, цинку, кобальту, свинцю та кадмію [22].

|              |       |  |  |  |
|--------------|-------|--|--|--|
|              |       |  |  |  |
| Інв.№        | Дата  |  |  |  |
| Взаєм.інв.№  |       |  |  |  |
| Пілл. і дата |       |  |  |  |
| Інв.№        | Полл. |  |  |  |

|     |     |          |       |      |  |            |     |
|-----|-----|----------|-------|------|--|------------|-----|
|     |     |          |       |      |  | ТС20510047 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |  |            | 29  |

Війник наземний доцільно використовувати для відновлення для відновлення ґрунтів в місцях знищення військової техніки. Дана рослина характеризується великою акумуляцією важких металів, зокрема нікелю. В листках війника вміст нікелю досягає 703 мг/кг, у коренях – 346 мг/кг сухої маси [22].

Рослини відіграють важливу роль у процесах фіторемерації, зв'язуючи, накопичуючи та частково деградує токсиканти (рис 2.3).

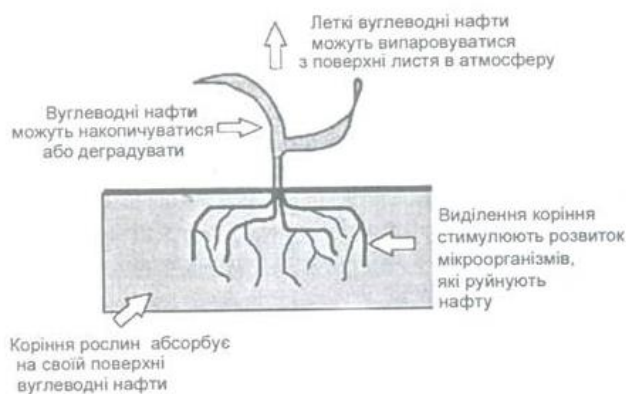


Рисунок 2.3 - Схема фітовипару рослиною нафтових забруднень при фіторемерації [23]

Вони здатні локалізувати забруднення, що запобігає його розповсюдженню на інші території. Коріння рослин сприяє розвитку мікроорганізмів у ґрунті, що, у свою чергу, сприяє деградації забруднювачів, особливо органічного походження. Ці мікроорганізми також стимулюють розвиток аборигенної мікрофлори на забрудненій території, що підсилює природні процеси очищення.

Але є одна умова. Накопичені важкі метали повинні бути видалені з місця фіторемерації разом з рослинною біомасою. Важливо правильно утилізувати цю біомасу, щоб запобігти вторинному забрудненню. Зазвичай біомасу можна спалювати або використовувати для виробництва біогазу, але з урахуванням спеціальних технологій для видалення токсичних речовин.

|       |         |              |             |       |      |            |     |          |       |      |
|-------|---------|--------------|-------------|-------|------|------------|-----|----------|-------|------|
| Інв.№ | № докл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№ | Дата | ТС20510047 |     |          |       | Арк  |
|       |         |              |             |       |      | Вип        | Арк | № докум. | Підп. | Дата |









важкорозчинними сполуками і малодоступні для рослин. На кислих ґрунтах економічно доцільніше використання фосфоритного борошна [20].

### 2.3 Відновлення ґрунтів, забруднених механічними елементами

В силу того, що бойові дії тривають ландшафти територій змінюються кожного дня. Постійно падає снаряд, відбувається замінування території, будуються бліндажі тощо. Негативний вплив ґрунти стає все більшим. Чим триваліші бойові дії, тим більшої шкоди буде завдано довкіллю.

Існують наступні методи очищення ґрунтів від механічних елементів. До них відносяться:

- фізичний ( сортування та фільтрація);
- хімічний ( флотація);
- застосування електричного поля.

Для видалення великих механічних елементів з ґрунту (наприклад, рештків снарядів, металевих предметів, знищеної) методом сортування використовують магніти або спеціальний транспорт (рис 2.4).



Рисунок 2.4 - Очищення ґрунту від спаленої ворожої техніки [24]

|            |             |             |           |
|------------|-------------|-------------|-----------|
| Інв.№полл. | Піп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дата |
|            |             |             |           |

Магнітна сепарація є одним з найефективніших методів видалення металобрухту, зокрема заліза та інших феромагнітних металів з верхнього шару ґрунту.

Магнітна сепарація включає в себе використання великих потужних магнітів, або електромагнітів.

Великі потужні магніти використовуються для вилучення металевих частинок з ґрунту. Електромагніти використовуються в мобільних установках для збирання металобрухту з великих площ.

Для механічного збирання металобрухту використовують екскаватори або бульдозери.

Для виявлення металевих предметів на глибині використовують металодетектори.

Вибір методу очищення ґрунту від металобрухту залежить від типу металів, їх розмірів та глибини залягання, а також від обсягу ґрунту, який потрібно очистити. У багатьох випадках найефективніше використовувати комбінацію кількох методів для досягнення найкращих результатів.

Флотація ґрунту – це метод очищення, що використовується для видалення легких частинок з ґрунту за допомогою піднімання їх на поверхню рідини за допомогою бульбашок повітря. Цей метод часто використовується для відокремлення органічних матеріалів, таких як корені, рослинні залишки, та інших легких фракцій від важчого мінерального складу ґрунту. Флотація застосовується не лише в сільському господарстві, але і в археології, екологічних дослідженнях та промисловості [25].

Процес флотації полягає в наступному.

- 1) Ґрунт потрібно подрібнити, щоб покращити ефективність процесу флотації.
- 2) Далі він змішується з водою для утворення суспензії.

|              |       |
|--------------|-------|
| Інв.№        | Дата  |
| Взаєм.інв.№  |       |
| Підп. і дата |       |
| Інв.№        | полл. |

|     |     |          |       |      |            |
|-----|-----|----------|-------|------|------------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС20510047 |
|-----|-----|----------|-------|------|------------|

3) У суспензію вводяться бульбашки повітря за допомогою спеціальних пристроїв або шляхом механічного перемішування.

4) Легкі частинки та органічні залишки прилипають до бульбашок повітря і піднімаються на поверхню.

5) Піна, що утворюється на поверхні суспензії, знімається разом з прилиплими до неї частинками.

6) Тяжкі частинки залишаються на дні резервуару і можуть бути видалені окремо.

Види флотаційних систем [25]:

- *Механічна флотація.* Використовує механічні агітатори або імпелери для створення бульбашок і перемішування суспензії.

- *Пневматична флотація.* Застосовує системи для подачі повітря без механічного перемішування, що забезпечує більш рівномірне розподілення бульбашок.

- *Колонна флотація.* Використовує високі колони, де суспензія проходить через вертикальний потік повітря, що забезпечує тривалий контакт між бульбашками і частинками.

***До основних переваг флотації відносять:***

- Ефективність видалення органічних матеріалів. Легкі органічні частинки добре відокремлюються від мінерального ґрунту.

- Мінімальні витрати енергії. Відносно низьке споживання енергії в порівнянні з іншими методами очищення.

- Можливість обробки великих обсягів. Процес може бути адаптований для обробки великих обсягів ґрунту.

***До основних недоліків процесу флотації відносять:***

- Витрати на обладнання. Початкові витрати на установку флотаційного обладнання можуть бути значними.

- Необхідність у воді. Процес вимагає значної кількості води для утворення суспензії.

|             |       |
|-------------|-------|
| Інв.№       | Дата  |
| Взаєм.інв.№ | Дата  |
| Підп.       | Дата  |
| Інв.№       | Полл. |

|     |     |          |       |      |            |     |
|-----|-----|----------|-------|------|------------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС20510047 | Арк |
|     |     |          |       |      |            | 35  |

- Складність у налаштуванні. Оптимізація параметрів процесу (таких як розмір бульбашок, швидкість аерації) може бути складною.

Електростатичні сепаратори – це пристрої, які використовуються для розділення матеріалів на основі їх електричних властивостей [26]. Принцип їх роботи полягає в заряджанні частинок, що дозволяє відокремити метали від інших матеріалів, таких як ґрунт або порода.

Матеріал, який потребує розділення, подається на електрод, де частинки отримують електричний заряд. Це може бути досягнуто шляхом тертя, індукції або контакту з зарядженим електродом. Заряджені частинки потім проходять через електростатичне поле, створене між двома електродами – один з яких позитивно заряджений, а інший негативно. Під дією електростатичного поля, частинки різних матеріалів, маючи різні заряди та масу, відхиляються по-різному. Відхилені частинки збираються в різні колектори. Частинки металів, які зазвичай заряджаються легше та мають більшу провідність, відхиляються більше і збираються окремо від ґрунту або інших ізоляційних матеріалів.

Електростатичні сепаратори представляють собою важливий інструмент у різних галузях, де необхідне точне та ефективне розділення матеріалів на основі їх електричних властивостей.

#### 2.4 Відновлення порушених земель

На значній території України відбувається суттєве пошкодження поверхневого шару ґрунтів внаслідок будівництва фортифікаційних споруд, вибухів та згоряння боєприпасів, проведення військових маневрів. За оцінками Київської школи економіки та Zoї Environment Network [27], під ризиком пошкодження та забруднення опинилося 186 тис. км<sup>2</sup> земель, що становить практично 31% території України [27]. З них понад 20 тис. км<sup>2</sup> пошкодженні

|             |       |
|-------------|-------|
| Інв.№       | Дата  |
| Взаєм.інв.№ |       |
| Піп. і дата |       |
| Інв.№       | полл. |

|     |     |          |       |      |  |            |     |
|-----|-----|----------|-------|------|--|------------|-----|
|     |     |          |       |      |  | ТС20510047 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |  |            | 36  |

більше ніж на 75% [27]. Найбільшої шкоди зазнали ґрунти Донецької, Харківської та Запорізької областей.

На даний час одним з дієвих методів відновлення порушених земель є рекультивация.



Рисунок 2.5 – Обсяги збитків від порушення ґрунтів [27]

Рекультивация порушених земель – це комплекс організаційних, технічних і біотехнологічних заходів, спрямованих на відновлення ґрунтового покриву, поліпшення стану та продуктивності порушених земель.

В залежності від подальшого використання порушених земель існують такі види рекультивация [23]:

- сільськогосподарська - створення орних земель, кормових угідь, садів і виноградників на відкритій місцевості;
- лісогосподарська - створення лісових насаджень експлуатаційного та спеціального призначення (захист ґрунтів, санітарна охорона і т. д.);
- водогосподарська - будівництво водойм різного призначення (водосховища, резервуари для аквакультури і т. д.);
- рекреаційна - будівництво зон відпочинку, парків, басейнів і пляжів;

|              |       |
|--------------|-------|
| Інв.№        | Дата  |
| Взаєм.інв.№  |       |
| Пілл. і дата |       |
| Інв.№        | полл. |

- будівна - освоєння територій (кар'єрів, відвалів) для житлового та промислового будівництва;

- санітарно-гігієнічна - біологічна консервація порушених земель, що роблять негативний вплив на природне середовище, економічно недоцільна для рекультивації для використання в народному господарстві;

- комбінована - об'єднання двох або більше областей, таких як рекреація, лісове господарство та управління водними ресурсами.

Рекультивація сильно порушеного ґрунту здійснюється шляхом механічного загортання бульдозером і грейдером. Даний процес є грубою рекультивацією. В цьому випадку відновлення ґрунту розтягнеться на десятиліття і будуть потрібні серйозні інвестиції в органічні добрива, меліоранти і т. д.

На критерій вибору виду рекультивації має вплив соціальна або економічна ефективність від виконаних робіт. Їх, як правило, проводять в два етапи.

Перший етап – технічна рекультивація. На даному етапі відбувається підготовка земель та планування їх поверхні для подальшого цільового використання (зняття, складування та збереження родючого шару ґрунту, планові роботи з вирівнювання поверхні порушених земель, покриття рекультивованих земель родючим шаром ґрунту, будівництво під'їзних шляхів, здійснення протиерозійних, гідромеліоративних заходів [23].

Другий етап – біологічна рекультивація. На даному етапі відбуваються заходи щодо відновлення родючості ґрунтів, підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь і лісів, відновлення флори і фауни, а також запобігання негативному впливу порушених земель на навколишнє середовище. В цілому, можливість біологічної регенерації ґрунту і її ефективність визначаються ґрунтоутворюючими породами. Вона включає в себе біологічне відновлення (біоремедіацію, біостимуляцію і біопідсилення)

|             |  |
|-------------|--|
|             |  |
| Інв.№дата   |  |
| Взаєм.інв.№ |  |
| Піп. і дата |  |
| Інв.№полл.  |  |

|     |     |          |       |      |  |            |     |
|-----|-----|----------|-------|------|--|------------|-----|
|     |     |          |       |      |  | ТС20510047 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |  |            | 38  |

родючості ґрунту і екологічної чистоти (видалення речовин, що забруднюють ґрунт) [23].

При рекультивації сильно забруднених територій використовуються генно-інженерні штами, які можуть включати структурування біополімерів, компостування, регенерацію рослин, глибоку оранку, аерацію ґрунту і т. д..

Повторне використання хімічно забрудненого ґрунту шляхом відновлення хімічних сполук біогенного походження здійснюється за участю біологічних об'єктів шляхом мінералізації, кометаболізму і т. д.

|              |             |               |             |            |     |          |       |      |     |
|--------------|-------------|---------------|-------------|------------|-----|----------|-------|------|-----|
| Інв. № покл. | Піп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № дата | ТС20510047 |     |          |       |      | Арк |
|              |             |               |             | Вип        | Арк | № докум. | Підп. | Дата | 39  |

## РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 3.1 Охорона праці в хімічній лабораторії

Згідно [28] хімічна лабораторія - це організація, підприємство, установа або їх окремий підрозділ, що займається дослідженнями, випробуваннями та іншою діяльністю з використанням хімічних процесів, спеціального обладнання та різноманітних хімічних речовин.

До основних видів діяльності хімічної лабораторії відносять:

- 1) Проведення фундаментальних і прикладних досліджень у галузі хімії та суміжних наук.
- 2) Хімічний аналіз зразків для визначення їх складу, властивостей та якості.
- 3) Розробка нових матеріалів і речовин. Синтез нових хімічних сполук та матеріалів для промислового використання.
- 4) Контроль якості. Перевірка відповідності продуктів стандартам та технічним вимогам.
- 5) Експериментальні роботи. Вивчення хімічних реакцій, розробка та оптимізація нових процесів.

Робота в хімічній лабораторії пов'язана з ризиками, що виникають через використання небезпечних хімічних речовин, обладнання та процесів.

Охорона праці в хімічній лабораторії є надзвичайно важливим аспектом, що забезпечує безпеку працівників і навколишнього середовища. Правильне дотримання заходів безпеки допомагає уникнути нещасних випадків, травм та отруєнь, які можуть виникнути під час роботи з хімічними речовинами та обладнанням.

|             |       |
|-------------|-------|
| Інв.№       | Дата  |
| Взаєм.інв.№ |       |
| Піп. і дата |       |
| Інв.№       | полл. |

|     |     |          |       |      |  |            |     |
|-----|-----|----------|-------|------|--|------------|-----|
|     |     |          |       |      |  | ТС20510047 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |  |            | 40  |



До роботи в хімічній лабораторії допускаються особи, яким виповнилось 18 років, які пройшли медичний догляд [29].

Обов'язково перед початком роботи всі працівники повинні пройти навчання з техніки безпеки та інструктаж [29].

В хімічній лабораторії відповідними розпорядженнями призначаються відповідальні особи за дотриманням правил техніки безпеки, правильне зберігання легкозаймистих, вибухонебезпечних і отруйних речовин, санітарний стан приміщень, забезпеченість засобами індивідуального захисту та аптечками першої допомоги.

Для всіх працівників лабораторії обов'язкове носіння лабораторних халатів, захисних окулярів, рукавичок, а вразі необхідності масок або респіраторів.

Також є обов'язковим використання спеціального взуття для захисту від хімікатів і розливів.

Зберігати хімічні речовини необхідно у спеціально призначених для цього місцях з відповідним маркуванням.

Обов'язковим є використання витяжних шаф для роботи з летючими, токсичними або шкідливими речовинами.

Всі працівники лабораторії повинні утримувати робочі місця в чистоті та порядку та негайно прибирати розлиті речовини.

Забороняється залишати відкритими контейнери з хімічними речовинами.

Перед початком роботи необхідно перевіряти обладнання на справність. Категорично забороняється використовувати несправне обладнання. Також необхідно використовувати обладнання лише за призначенням і згідно з інструкціями виробника.

В кожній хімічній лабораторії забезпечуються організаційні заходи щодо пожежної безпеки відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні, затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних

|             |  |
|-------------|--|
|             |  |
| Інв.№дата   |  |
| Взаєм.інв.№ |  |
| Піп. і дата |  |
| Інв.№полл.  |  |

|     |     |          |       |      |
|-----|-----|----------|-------|------|
|     |     |          |       |      |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |

ТС20510047

Арк

41



сорбції (поглинанню) і десорбції (зворотному виділенню в навколишнє середовище) парів ртуті і дозволяють вологе прибирання [28].

|              |              |               |             |      |    |            |     |
|--------------|--------------|---------------|-------------|------|----|------------|-----|
| Інв. № покл. | Піпп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № дата |      |    | ТС20510047 | Арк |
| Вип          | Арк          | № докум.      | Підп.       | Дата | 43 |            |     |

## ВИСНОВКИ

Земля України є вичерпним ресурсом, і повномасштабна війна, розв'язана росією проти України, завдає значної шкоди як довкіллю, так і сільськогосподарським угіддям. Війна призводить до широкомасштабного руйнування інфраструктури, забруднення земель і знищення природних екосистем.

Грунтовий покрив України зазнав забруднення нерозірваними боєприпасами та мінами, паливно-мастильними матеріалами та уламками знищеної військової техніки. Відбулося значне забруднення хімічними елементами, які негативно впливають на якість ґрунту та його плодючість.

Рух військової техніки і зведення фортифікаційних споруд руйнують верхній шар ґрунту, роблячи його непридатним для сільськогосподарського використання.

Лісові пожежі, спричинені обстрілами, і руйнування заповідних територій ведуть до втрати флори та фауни.

Війна триває, тому повністю виконати обстеження ґрунтів, які зазнали забруднення, наразі нереально. Але якщо говорити про деокуповані території, то основними шляхами для відновлення порушених земель є наступні заходи.

- 1) Розмінування та очищення територій.
- 2) Проведення постійного моніторингу стану довкілля для оцінки рівня забруднення і визначення ефективних заходів відновлення.
- 3) Відновлення ґрунтів методом рекультивації, внесення добрив і покращення структури ґрунту для відновлення його родючості.
- 4) Надання фінансової та технічної допомоги фермерам для розмінування ґрунтів та відновлення сільськогосподарської діяльності.

Війна завдає значної шкоди землі України, але зусилля з її відновлення є ключовими для майбутнього країни. Важливою є підтримка міжнародної

|             |       |
|-------------|-------|
|             |       |
| Інв.№       | Дата  |
| Взаєм.інв.№ |       |
| Піп. і дата |       |
| Інв.№       | Полл. |

|     |     |          |       |      |  |            |     |
|-----|-----|----------|-------|------|--|------------|-----|
|     |     |          |       |      |  | ТС20510047 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |  |            | 44  |

спільноти в цих процесах, а також впровадження інноваційних методів для ефективного та швидкого відновлення пошкоджених територій.

|       |        |              |             |       |      |            |     |
|-------|--------|--------------|-------------|-------|------|------------|-----|
| Інв.№ | №полл. | Піпп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№ | дата | ТС20510047 | Арк |
| Вип   | Арк    | № докум.     | Підп.       | Дата  | 45   |            |     |



9. Удари по нафтобазі, аміакосховищу та трансформаторам: які екологічні збитки РФ нанесла Сумщині? URL: <https://www.helsinki.org.ua/articles/udary-po-naftobazi-amiakoskhovyshchu-ta-transformatoram-iaki-ekolohichni-zbytky-rf-nanesla-sumshchyni/>

10. Екологічна і біологічна безпека в умовах війни: реалії України. Збірник матеріалів науково-практичної конференції (Україна, Київ, 19-20 липня 2023 р.). Київ. 2023. 114 с.

11. Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів URL: <https://mepr.gov.ua/topics/novyny/zbytky-dovkillyu-vid-vijny/>

12. Розмінування земель. URL: <https://agropolit.com/news/28000-ukrayina-otrimala-700-mln-na-rozminuvannya-zemel>

13. Гуманітарне розмінування: З початку року обстежено понад 53,7 тис. га земель сільгосппризначення. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/humanitarne-rozminuvannia-z-pochatku-roku-obstezheno-ponad-537-tys-ha-zemel-silhosppryznachennia>

14. Як здійснюється розмінування територій: 6 етапів. URL: <https://armyinform.com.ua/2022/12/22/yak-zdijsnyuyetsya-rozminuvannya-terytorij-6-etapiv/>

15. В Україні сапери обстежили 40% звільнених від окупантів сільськогосподарських земель. URL: <https://agropolit.com/news/26514-v-ukrayini-saperi-obstajili-40-zvilnenih-vid-okupantiv-silskogospodarskih-zemel>

16. Розмінування земель. URL: <https://landlord.ua/news/rozminuvannya-zemel-koshtuye-5-tys-za-ga/>

17. Пошкоджена земля: як відновити родючість ґрунту після бомбардувань та пожеж? URL: <https://www.agrilab.ua/poshkodzhena-zemlya-yak-vidnovyty-rodyuchist-gruntu-pislya-bombarduvan-ta-pozhezh/>

18. Детоксикація важких металів у ґрунті застосуванням модифікованого біовугілля з рисового лушпиння. URL: [https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/125\\_2022/33.pdf](https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/125_2022/33.pdf)

|             |       |
|-------------|-------|
| Інв.№       | Дата  |
| Взаєм.інв.№ |       |
| Піп. і дата |       |
| Інв.№       | Полл. |

|     |     |          |       |      |            |  |     |
|-----|-----|----------|-------|------|------------|--|-----|
|     |     |          |       |      | ТС20510047 |  | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |            |  | 47  |



19. Порятунком ґрунтів після бойових бій: голоси науковців. URL: <https://imv.org.ua/2023/10/16/20231016/>

20. Як врятувати ґрунти від наслідків війни? URL: <https://www.agrilab.ua/yak-vryatuvaty-grunty-vid-naslidkiv-vijny/>

21. Фітоекстракція важких металів з ґрунту URL: <https://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/147717/182-187.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

22. Фіторе mediaція – ефективний шлях зниження вмісту важких металів у ґрунтах URL: <https://lib.chmnu.edu.ua/pdf/naukpraci/ecology/2011/152-140-12.pdf>

23. Біотехнологічні методи очищення ґрунтів при техногенному забрудненню URL: [https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib\\_upload/%D0%90%D0%B2%D0%B3%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87/page11.html](https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%90%D0%B2%D0%B3%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87/page11.html)

24. Міноборони продовжує очищати землі від залишків російської техніки: зібрали ще 55 тонн брухту URL: <https://www.mil.gov.ua/news/2024/03/08/minoboroni-prodovzhue-ochishhati-zemli-vid-zalishkiv-rosijskoi-tehniki-zibrali-shhe-55-tonn-bruhtu/>

25. Флотація і промивання: що це таке, і навіщо це потрібно URL: <http://www.vgosau.kiev.ua/novyny/publikatsii/713-2015-06-19-18-05-52>

26. Переробка сміття в Україні URL: <https://konsort.com.ua/pererobka-smittyu-v-ukrayini/>

27. Яких екологічних наслідків зазнала Україна за час війни окрім збитків від підриву Каховської ГЕС URL: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/yakih-ekologichnih-naslidkiv-zaznala-ukrayina-za-chas-viyni-okrim-zbitkiv-vid-pidrivu-кахovskoyi-ges/>

28. НПАОП 73.1-1.11-12. Правила охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1648-12#Text>

|       |         |              |             |            |            |     |          |       |      |     |
|-------|---------|--------------|-------------|------------|------------|-----|----------|-------|------|-----|
| Інв.№ | № докл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№ дата | ТС20510047 |     |          |       |      | Арк |
|       |         |              |             |            | Вип        | Арк | № докум. | Підп. | Дата | 48  |

29. Особливості дотримання техніки безпеки при роботі в біохімічній та хімічній лабораторіях: навч. посібник для студентів та викладачів вузів / К. В. Александрова, В. М. Швець, М. В. Дячков, Д. А. Васильєв. - Запоріжжя: [ЗДМУ], 2017. – 76 с.

|              |              |               |             |            |     |          |       |      |     |
|--------------|--------------|---------------|-------------|------------|-----|----------|-------|------|-----|
| Інв. № покл. | Піпп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № дата | ТС20510047 |     |          |       |      | Арк |
|              |              |               |             | Вип        | Арк | № докум. | Підп. | Дата | 49  |