НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ПОГОДЖЕНО	**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**
Декан факультету	**Завідувач кафедри**
захисту рослин, біотехнологій та екології	**екології агросфери та екологічного контролю**
_____Юлія КОЛОМІЄЦЬ	**_____Олена НАУМОВСЬКА**
«___» _____ 2026 р.	«___»_____2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Оцінка наслідків бойових дій на земельні ресурси околиць Мощуна Київської області»

Спеціальність 101 «Екологія»
(код і назва)
Освітньо-професійна програма Екологія
(назва)

Гарант освітньої програми
докт. пед. наук, професор
(науковий ступінь та вчене звання) _____ **Володимир БОГОЛЮБОВ**
(підпис) (ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

канд. с.-г. наук, доцент
(науковий ступінь та вчене звання) _____ **Євгеній БЕРЕЖНЯК**
(підпис) (ПІБ)

Виконав _____ **Максим ДІДКОВСЬКИЙ**
(підпис) (ПІБ студента)

Київ-2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
екології агросфери та екологічного контролю
канд. с.-г. наук, доцент _____Олена НАУМОВСЬКА
«____» _____2026 р**.**

ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧУ

Дідківському Максиму Анатолійовичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 101 «Екологія»
Освітньо-професійна програма «Екологія»
Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи **«Оцінка наслідків бойових дій на земельні ресурси околиць Мощуна Київської області»**

затверджена наказом від «___» _____2025 р. №____ «С»
Термін подання завершеної роботи на кафедру «_20_» травня 2026 р.
Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи:
оформлення роботи відповідно до діючого «Положення про виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи», а роботу оформити у вигляді таблиць, графіків, фотографій.
Перелік питань, що підлягають дослідженню:
1. Аналіз впливу воєнних дій на показники щільності складення ґрунту через рух військової техніки і у кратерах.
2. Вплив і оцінка воєнних дій на водопроникність ґрунтів.
3. Вплив воєнних дій на оструктуреність ґрунту та прояви водної ерозії у кратерах.
4. Обґрунтувати процеси самовідновлення рослинного покриву внаслідок порушень ґрунтів.
Перелік графічних документів (за необхідності).
Дата видачі завдання «15» червня 2025 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи _____ **Євгеній БЕРЕЖНЯК**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання взяв до виконання _____ **Максим ДІДКОВСЬКИЙ**
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему «Оцінка наслідків бойових дій на земельні ресурси околиць Мощуна Київської області» Бакалаврська дипломна робота виконана на 54 сторінках друкованого комп'ютерного тексту та містить вступ, три розділи, висновки, 14 рисунків і 7 таблиць, додаток. Перелік використаних джерел літератури та інтернет посилань становить 48 найменувань.

Мета роботи полягала у визначенні впливу бойових дій на стан ґрунтів і земельних ресурсів в околицях Мощуна Бучанського району Київської області.

Об'єктом досліджень були ґрунти та зміна їх фізичних показників внаслідок впливу бойових дій та різного військового озброєння.

Предметом досліджень була оцінка типових порушень фізичних параметрів ґрунту, що викликає їх деградацію.

У результаті досліджень встановлено, що на третій рік війни спостерігалося ущільнення ґрунту внаслідок здійснення руху та маневрів важкої військової техніки, де у шарі ґрунту 0-10 см щільність складення становила 1,58 ± 0,03 г/см^3, а у шарі 10-20 см – 1,74 г/см^3, а на контрольній ділянці вона сягала 1,41 ± 0,04 г/см^3 та 1,48 ± 0,02 г/см^3. Рівень вбирання води ґрунтом характеризувався, як середній. у той час, як на контрольній ділянці – високий. Слід відмітити, що відбувається природне відновлення багатьох видів трав'янистих рослин на пошкоджених земельних угіддях. Так, домінуючими видами були костриця червона (*Festuca rubra*), а також тонконіг однорічний (*Poa pratensis*), а серед багаторічних видів рослин – злинка однорічна (*Erigeron annuus*), полинь звичайний (*Artemisia vulgaris*), енотера дворічна (*Oenothera biennis L.*).

Перелік ключових слів: ГРУНТИ, БОЙОВІ ДІЇ, КРАТЕРИ, УЩІЛЬНЕННЯ ГРУНТУ, ВБИРАННЯ ВОДИ ГРУНТОМ, РОЗПИЛЕНІСТЬ ГРУНТУ, САМОВІДНОВЛЕННЯ РОСЛИН,

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ …….. 5
ПЕРЕДМОВА…… 6
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРНІ ПОРУШЕННЯ ГРУНТУ ЧЕРЕЗ ВОЄННІ ДІЇ 10
1.1. Фізичний вплив на ґрунти та їх порушення …….. 8
1.2. Хімічне забруднення внаслідок воєнних дій …… 11
1.3. Заходи з відновлення ґрунтів і ландшафтів …….. 17
РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНІ УМОВИ МІСЦЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 23
2.1. Природні умови селища Мощун та його історичний подвиг ……. 23
2.2. Методичні особливості проведення досліджень….. ……... 27
2.3. Мета і завдання, об’єкт і предмет досліджень …… 28
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ І БОЇВ НА ГРУНТОВИЙ ПОКРИВ В ОКОЛИЦЯХ МОЩУНА …….. …… 29
3.1.. Вплив військових дій на щільність складення ґрунту та його польову вологість …….. 29
3.2. Водопроникність ґрунтів обабіч вирв та у коліях військової техніки 34
3.3. Вплив військових дій на оструктуреність ґрунтів та розвиток водної ерозії …… 37
3.4. Самовідновлення рослин ……. 41
3.5. Загальні збитки від пошкодження земельних ресурсів і порушення ґрунтів ……. 43
ВИСНОВКИ…..……..…… 45
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……..…… 47

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ У ТЕКСТІ

ВМ – важкі метали;

ГДК – гранично-допустима концентрація;

ДСТУ – державний стандарт України;

ДТЕК – Донбаська паливно-енергетична компанія;

ЗСУ – збройні сили України;

ННЦ – Національний науковий центр;

ОЕДФ - оксиетилідендифосфонова кислота;

ООН – організація об’єднаних націй;

САУ – самохідна артилерійська установка;

США – сполучені штати Америки;

ТЕС – теплоелектростанції;

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;

ХГП – хелатно-гуматний препарат;

ISO – International Standard Organization;

QR-код - Quick Response code**.**

ПЕРЕДМОВА

Повномасштабне вторгнення рф в Україну, яке триває вже понад 4 роки, за цей період часу спричинило великі руйнування, пошкодження, пожежі, засмічення і забруднення усіх видів природних ресурсів. Бойові дії, які відбуваються на значній території України, сильно впливають на руйнування екосистем, життєдіяльність рослинних і тваринних організмів, а в кінцевому випадку такі цілеспрямовані дії ворога створюють так званий воєнний екоцид.

Серед областей України найбільшого такого впливу зазнали південні, східні і північні області України, де не стала винятком і Київська область, у якій ми і проводили свої власні дослідження. Війна, це не лише людські жертви і значні матеріальні збитки, але це також і руйнація природних ресурсів та погіршення їх стану. На сьогодні можна знайти інформацію, що будь-які воєнні дії супроводжуються не лише руйнуванням будівель і споруд, але і здійснюють техногенний вплив на земельні природні ресурси, у тому числі і на ґрунтовий покрив.

Відомі дані, що на формування 1 см родючого шару ґрунту необхідні десятиліття часу, а в окремих випадках, навіть і століття. Нині ґрунти забруднені залишками нафтопродуктів та містять сліди від пожеж, можуть мати перевищення вмісту певних важких металів за встановлені гранично допустимі концентрації, ущільнені від багаторазових проходів військової техніки на поле бою, мають знищене мікробіологічне різноманіття, тощо. Тому дана проблема є актуальною і потребує постійного моніторингу та виконання аналізів ґрунту з метою встановлення точних даних параметрів ґрунтів.

Станом на квітень 2026 року земельні ресурси нашої держави сильнопорушені і ззовні нагадують жахливий полігон щодо випробування різних видів озброєння. Слід відмітити, що загальні збитки станом на 3 квітня 2026 року становлять 45 млрд 055 млн 223 тис. грн через засмічення земель, а також 12 млн 454 тис. грн через забруднення ґрунтів.

Загалом війна руйнує не лише людські долі, але також і сільськогосподарський потенціал нашої держави. Складається таке враження,

що сучасна стратегія ворога, у зв’язку із неможливістю повної окупації, стала більше спрямованою на створенні глобальних екологічних проблем завданих природним ресурсам та створенні небезпечних умов для проживання наступним поколінням.

На сьогоднішній день наслідки для довкілля від щоденних бойових дій важко оцінити, а багато сучасних дослідників вивчають ці питання. До переліку таких вчених можна віднести D. Averina (2022), D. Rawtani (2022). Н. Макаренко із співавторами (2022) вивчала втрати ґрунтової екосистеми. Руйнування профілів родючих чорноземів від впливу артилерійського озброєння вивчали Ю. Дмитрук (2022), О. Голубцов 2023) та інші вчені. Тому вплив на ґрунтовий покрив є відчутний і потребує постійних дій із поліпшення.

Отже, можна зазначити, що тема є актуальною, оскільки ґрунти виконують глобальні екологічні функції, депонують вуглець, здатні утримувати у ґрунтово вбирному комплексі багато поживних речовин, утримувати воду, що є важливим у контексті кліматичних змін середовища. У зв’язку із цим, ми обрали порушену територію із ґрунтовим покривом для проведення досліджень неподалік села Мощун колишнього Макарівського району, захист якої став доленосним, оскільки у той час допоміг стримати війська ворога від подальшого просування на столицю України місто Київ.

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРНІ ПОРУШЕННЯ ҐРУНТУ ЧЕРЕЗ ВОЄННІ ДІЇ

1.1. Фізичний вплив на ґрунти та їх порушення

Будь-які збройні конфлікти чи війни призводять до різного ступеня руйнувань природних екосистем, а також мають довгострокові наслідки для сільського господарства, водних ресурсів і загалом для здоров'я населення. Відомо, що ґрунти виконують важливі екосистемні послуги, що є досить цінним з точки зору забезпечення продовольчої безпеки держави. Серед головних таких функцій слід виокремити накопичення органічних речовин, здійснення фільтрації води, підтримання біорізноманіття. Разом з тим, коли відбуваються бойові дії, то різко змінюється фізичні показники ґрунтів за широко впливу на них, вони забруднюються важкими металами, містять деякі токсичні сполуки, вибухові речовини та продукти горіння. Тому з позицій таких негативних наслідків на ґрунти, яких завдають воєнні дії, важливими стають питання їх відновлення та розробки відповідних дієвих стратегій для подальшого використання.

За відкритими науковими даними під впливом бойових дій перебуває понад 15 млн га земель на яких відбуваються певні руйнації і розвиваються поступово деградаційні процеси. Слід зазначити, що постраждали різні типи ґрунтів, а особливо високородючі чорноземи. За деякими даними понад 5 млн га чорноземних ґрунтів зазнали мілітарної деградації різної інтенсивності та спрямованості (Балюк С., Кучер А., 2022; 2023).

Багато вчених серед яких Є. Бережняк (2024), В. Богданець та ін., (2022), Є. Бутенко та ін., (2023), В. Кононенко та ін., (2020) досліджують питання впливу воєнних дій на фізичні параметри ґрунтів. Так, унаслідок механічного впливу військової техніки, опісля вибухів та внаслідок порушень інженерної інфраструктури відбувається порушення структури ґрунту. Часто-густо після вибухів утворюються воронки, які змінюють мікрорельєф поля, лісу, природних масивів і відбуваються деформації ґрунту та переміщення шарів. Багато солдатів змушені рити окопи, бліндажі, траншеї з метою захисту особового складу. Всі ці

дії зумовлюють суттєві ґрунтові порушення та прискорюють розвиток ерозійних процесів.

Вплив воєнних дій на фізичні параметри ґрунтів проявляється у цілому комплексі порушень. Так, внаслідок інтенсивного ведення боїв відбувається пошкодження цілісності ґрунтів після розривів від бомбардувань і обстрілів ракетами, через розриви мін і артилерійських снарядів, що призводить до утворення кратерів та порушень природної цілісності генетичних горизонтів, а це викликає певну трансформацію рельєфу (Certini G., 2013).

Важливо знати, що при будівництві фортифікаційних споруд з метою захисту особового складу військових утворюються ями і рови. Як наслідок, змінюються фізичні характеристики рельєфу, а також порушується гідрологічний режим (Platsuk L, 2012).

Якщо відбувається велика кількість обстрілів та вибухів із артилерійських видів озброєння або ж авіаційне скидання бомб, то при цьому суттєво порушуються ґрунти через утворені кратери, вирви різного діаметру та зміщення у ґрунтових горизонтах. За допомогою вибухових хвиль відбувається хімічне забруднення ґрунтів, часткове їх ущільнення та знищення рослинного покриву. Можна стверджувати, що при цьому утворюється гідрофобний шар на невеликих глибинах, що стає на заваді проходженню нормальної інфільтрації ґрунту. Як наслідок відбуваються візуальні порушення цілісності ландшафтів, їх фрагментація та видозміни рельєфу, а також гине ґрунтова біота.

У випадках застосування закопаних протитанкових та протипіхотних мін та за їх вибухань теж відбуваються утворення кратерів. Можна вважати, що сама установка міни здатна спричинити суттєві порушення ґрунтового покриву. При цьому порушується структура ґрунтів, а також на полях можуть залишатися пластикові та металеві фрагменти знищеної військової техніки ворога, залишки вибухових речовин.

Досить шкідливими є ущільнення ґрунтів, які виникають через рух та маневри військової техніки на полях. При цьому відбуваються зміни гідравлічних властивостей ґрунтів, що робить агроландшафти більш уразливішими до процесів водної ерозії. Натомість пожежі у лісах та полях

призводять до вигорання верхнього родючого шару ґрунту, знищення корисної мікрофлори у ньому, порушень водного балансу та здатності до ерозії (Чайка Т.О., 2023).

За даними С.А. Балюка (2022) проходи та маневри руху військової техніки викликають ущільнення ґрунтів. Такі активні зони можна ідентифікувати, аналізуючи космознімки високої просторової роздільної здатності. Так, загальна площа зон потенційного ущільнення на досліджуваних територіях вченими у Харківській області досягає 3 тис. 412 га, більша частина яких знаходиться вздовж попередньої лінії розмежування у південній частині області.

Група Харківських вчених на чолі із В.Д. Соловей (2024) визначали зниження вологості ґрунтів та їх родючості через виникнення характерних забруднень у результаті розривів снарядів. Вчені відмічають, що руйнування структури ґрунту внаслідок впливу важкої військової техніки призводить до процесів ущільнення ґрунтових агрегатів, в результаті чого відбувається обмеження рослин ефективно використовувати водні ресурси та адаптовуватися до змін у водному балансі.

Серед екологічних порушень варто виділити активізацію екзогенних процесів, що проявляється у поширенні таких небезпечних явищ, як зсуви та виникнення ерозії на схилах і у вирвах. Також варто згадати забруднення поверхневих і підземних вод, зміни у мікрокліматі на порушених ділянках, руйнування сільськогосподарських об’єктів та інфраструктури, а також докорінній зміні стану природних комплексів.

За сучасних кліматичних змін навколишнього середовища відновлення порушених властивостей ґрунтів до попереднього стану йде досить повільними темпами. Для того щоб розпушити ґрунти, які є надзвичайно ущільненими, потрібно провести додаткові технологічні операції, пов’язані із розширенням глинистих мінералів під час їх зволоження, підйому замерзання-відтанення та біологічної активності (Dregne H. E., 1983). У посушливих екосистемах такі процеси відбуваються набагато повільніше, ніж у звичайних. Тому зазвичай у таких біомах відновлення ґрунтів відбувається набагато гірше. Слід визнати, що біологічна ґрунтова кірка притаманна для посушливих регіонів світу, але відіграє

важливу роль у стабілізації ґрунту та сприяє його родючості через насичення азотом та збільшення вмісту органічної речовини. Зазначається, що порушення поверхні ґрунтів завдяки воєнним діям може мати негативний вплив на біологічну ґрунтову кірку, що призводить до втрати біорізноманіття та біомаси у поверхневому шарі ґрунту (Belnap J., Eldridge D. J., 2001).

Однак необхідно пам’ятати, що фізично порушені та хімічно забруднені ґрунти є пошкодженими у нинішніх реаліях і вже починають використовуватися фермерами без дотримання правил з техніки безпеки. Потрібно знати, що за даними німецьких спеціалістів, які займаються питаннями розмінування боєприпасів, частка снарядів, які не вибухнули становить близько 10-20% від загальної кількості, а для касетних боєприпасів результати ще вищі – 30-50%. Тому це перетворює обстріляні поля на побічно заміновані (Вінкельман К., 2022).

1.2. Хімічне забруднення внаслідок воєнних дій

При активних військових атаках поряд із фізичним впливом на ґрунтовий покрив відбуваються і хімічні взаємодії, які супроводжуються зростанням рівня забруднення певних хімічних сполук за гранично-допустимі межі. Так, у дослідженнях проведених А. Кучером (2024) було зафіксовано зростання суми обмінних катіонів на 4,72 ммоль/100 г чи на 14,9%, де переважав кальцій. Це стало завдяки тому, що самохідна артилерійська установка (САУ) здатна спричинювати підвищений вміст металевих і вибухових речовин у ґрунті, зростання зольного залишку через пожежі та внаслідок потрапляння побічних речовин. Також вчений вказує на те, що фіксується збільшення вмісту вуглецю органічної речовини ґрунту приблизно на 0,45%. Серед головних причин цього факту автор виділяє потрапляння залишків вибухових речовин, нафтопродуктів та інших технічних матеріалів, які містять вуглецеві сполуки, що здатні накопичуватися у ґрунтах. Варто визнати, що серед причин може бути і уповільнення мікробіологічного розкладу органічних сполук, або ж тимчасова

концентрація органіки через перешкоду її виносу. Так, там де був вплив САУ спостерігається техногенне навантаження.

На думку вченого, коли відбувається ураження ґрунту військовою технікою, а особливо у тих місцях, де є загорання, зростає строкатість поля. Цей факт необхідно враховувати, коли проводиться обробіток ґрунту та застосовуються добрива. Зокрема, в епіцентрі вибуху відбувається зниження вмісту вуглецю органічної речовини. Частково ситуація стабілізувалася на чорноземі типовому через рік, коли зросла кількість мікробіоти у місцях ураження.

Що стосується еколого-токсикологічного стану ґрунтів за важкими металами, через пару років після деокупації території вміст важких металів і мікроелементів не перевищував рівень ГДК. Вчений робить висновок, що процеси самовідновлення чорноземних ґрунтів є кращими, за інші типи, оскільки вони мають високу буферну ємкість щодо важких металів.

Деякі вчені, зокрема Л. Нонік та ін., (2023) і Ю. Зайцев та ін., (2022) висвітлювали екотоксикологічні питання щодо впливу бойових дій на біологічні процеси у ґрунтах. У першу чергу вони вивчали зниження чисельності ґрунтових мікроорганізмів, які беруть участь у розкладі органічної речовини.

За хімічного забруднення ґрунтів вони забруднюються токсичними сполуками, а особливо вибуховими речовинами і боєприпасами.

В. Грузенський (2024) у своїй науковій статті схилявся до думки, що нині 30% території держави знаходиться у зоні підвищеного ризику для здійснення повноцінної сільськогосподарської роботи. Негативні наслідки пошкодження ґрунтів створюють механічний вплив, фізичне і хімічні засмічення, різні поверхневі забруднення. Зокрема, забруднення важкими металами може залишити свій негативний слід на багато років опісля закінчення війни. Відомо, що кулі можуть вивільняти свинець, який далі здатний поглинатися рослинами. Свинець може розподілятися у різних фракціях ґрунту, тому зразу може бути інертним, але потім через зміну умов ґрунту стає реакційноздатним.

Дослідження рослин на різних військових полігонах показало, що останні накопичують важкі метали, які представлені високим вмістом свинцю, миш’яку,

нікелю, міді, цинку. Навіть є дані, що подібні забруднення виходять за його межі і створюють загрозу для здоров'я людей та тривалу екологічну шкоду для водних об'єктів і ґрунтів.

Дуже небезпечними є поліароматичні вуглеводні, які утворюються у процесі горіння, тому пожежі, які виникли через розриви снарядів чи збиття ракет спричинюють додаткове забруднення ґрунтів (Місінкевич Л.Л. та ін., 2022). Встановлено, що в українському суспільстві дуже занепокоєні фахівці, вивчаючи різні види порушень ґрунтів внаслідок воєнних дій, а особливо на параметри ґрунту, сукцесію рослин і потенціал відновлення.

Зустрічаємо дані, що артилерійські снаряди калібрів 120 і 152 мм дають велику кількість уламків масою від 1 г. Чим будуть такі уламки дрібнішими, тим буде більшим співвідношення площі їх поверхні до маси. Тому із поверхні уламки будуть окислюватися і надходити до кругообігу речовин довкілля і включатися до трофічних ланцюгів живлення. Виходить, що хімічні речовини, які потрапили до ґрунту, є дуже розпорошеними, що сприяє їх швидкому розповсюдженню та потраплянню у ґрунтові і поверхневі води (Воєнні дії…).

У багатьох джерелах можна бачити інформацію про те, що влучання снарядів у нафтопроводи і нафтобази під час воєнних дій спричинюють аварійні розливи нафти, оскільки відбувається руйнування цистерн і розтік нафти по поверхні ґрунту. У подальшому такі дії призводять до незворотних пошкоджень біогеоценозів. Ще велика проблема із цих небажаних явищ – накопичення у ґрунтах і перетворення у більш токсичні сполуки. На думку вченого М. Мірошниченка (2022) через забруднений ґрунт може відбуватися надходження токсикантів до організму людини завдяки дії трофічних ланцюгів. Принцип дії наступний: ґрунтове середовище – сировина – продукти харчування. Інший трофічний ланцюг ґрунт- ґрунтові води- люди.

Потрібно пам'ятати, що характерні забруднення від нафти та її похідних суттєво впливає на ґрунтовий і рослинний покриви, поверхневі та підземні води. Важливо знати, що природні екосистеми можуть самоочищатися завдяки дії фізико-хімічних та мікробіологічних процесів через руйнування вуглеводнів. Відомо, що якщо довгий період часу не усувати джерело забруднення, то

нафтопродукти у ґрунті можуть накопичуватися та викликати негативні зміни у довкіллі.

Знаходимо інформацію, що у випадках, коли нафта проникає до гумусового горизонту ґрунту, то вона здатна стимулювати склеювання ґрунтової маси. Такі небажані явища призводять до закупорювання капілярів ґрунту, у результаті чого порушується аерація та окисно-відновний потенціал через створення анаеробних умов. У підсумку забрудненні нафтою ґрунти поступово втрачають свою родючість, стають гідрофобними та піддатливими до виникнення ерозії і вивітрювання.

Багато проблем для вищих рослин виникає на забруднених нафтою ґрунтах. У таких випадках знижується фотосинтезуюча функція та активність цитоплазматичних ферментів. Досить токсичними і для ґрунтової біоти є вуглеводневі компоненти легкої фракції нафти. У подібних випадках на порушених і забруднених нафтою ґрунтах за допомогою методів фітотестування здійснюють агроекологічну оцінку придатності ґрунтів для аграрної сфери. Такі заходи дають змогу визначити поріг фітотоксичності ґрунту для багатьох культур, залежно від ступеня та термінів нафтових забруднень.

Вертикальне надходження нафти по профілю ґрунту має певний хроматографічний ефект. Завдяки цьому відбувається диференціація складу нафти. Зокрема, у верхньому горизонті, який насичений гумусовими речовинами концентруються високомолекулярні компоненти, у яких багато смолисто-асфальтенових речовин та циклічних сполук. Натомість у нижні горизонти проникають низькомолекулярні сполуки, які мають високу розчинність у воді. Разом з тим слід визнати, що залежно від гранулометричного складу, водного режиму, фізичного стану ґрунту та його хімічного забруднення вплив дії нафтопродуктів на ґрунти буде відрізнятися. Так, ці зміни матимуть стабільний характер проявів і з часом поступово зменшуватимуться, а можуть і навпаки, проявлятися в окремі роки, які будуть несприятливими за зволоженням *(Мірошниченко М.М., 2000).* Потрібно визнати, що до головних чинників гальмування схожості, росту та розвитку рослин є наявність у складі нафти метанових, ароматичних вуглеводнів-токсикантів, смолисто-асфальтенових

компонентів та порушень водного і повітряного режимів у забруднених нафтою ґрунтах (Браценюк В.Ю., 2014).

У процесі забруднення ґрунтів нафтопродуктами можливі незначні зміни у гранулометричному складі ґрунтів, що впливає на їх родючість. У результаті цього процесу ґрунтові часточки покриваються нафтовою плівкою та відбувається їх агрегування. При цьому поровий простір заповнюється нафтопродуктами, які витісняють повітря та порушують аерацію ґрунту. Так, при нафтових забрудненнях створюються анаеробні умови, і при цьому знижується окислювальний потенціал. В результаті цього прискорено розвиваються процеси гниття, що поступово веде до замазучування ґрунтів (Cherepanova at al., 2021).

Філатов В.М. із співавторами (2025) стверджує, що хімічні забруднення ґрунтів пов'язані із концентрацією у них після вибухів важких металів, таких як Pb, Zn, Cd. У багатьох ситуаціях у ґрунті присутні нафтові вуглеводні, які частково здатні змінювати реакцію ґрунтового розчину. Такі полютанти, як свинець та залишки вибухових речовин здатні накопичуватися у ґрунтовому профілі, що є дуже небезпечним для отримання безпечних урожаїв сільськогосподарських культур та загалом здоров'я екосистеми.

Зростав вміст важких металів і на території Луганської області. де на прикладі Північно-Луганської, Северодонецько-Лисичанської та Торецько-Горлівської промислової агломерації показує, що вміст Zn перевищував фонові значення до 7,6 разів, Cd у 1,4 рази та Pb – у 1,1 рази (Yakymchuk A., 2024).

Baliuk, S.A. at al (2024) здійснили масштабне картографування порушених земель Харківської області, де виявили понад 420 615 кратерів і більше 3411 га ґрунтів, які зазнали механічних пошкоджень від руху важкої техніки. Вчені повідомляють науковій спільноті, що навіть виявлені невеликі перевищення вмісту важких металів у зразках ґрунтів це створює також певні проблеми. У той же час найбільші ризики для довкілля можливі у місцях падіння ракет, оскільки саме там спостерігали найвищі рівня забруднення.

Встановлено, що у місцях згорілої техніки концентрації вмісту важких металів вищі, ніж у місцях, де утворилися вирви після артилерійських обстрілів.

За даними науковців, вищий вміст міді є саме у кратерах від вибухів, а особливо у місцях детонації снарядів калібру 152 мм та опісля падіння ракет. У той же час найвищі рівні міді (приблизно від 65 до 71,5 мг/кг) зафіксовані у місці падіння гелікоптера (Bai J., 2020).

Згідно із дослідженнями Bai J., Zhao X. (2020) відбуваються істотні зміни у структурі та складі ґрунтових фракцій, що впливає на зниження мікробіологічної активності ґрунту та створює його високу токсичність. За даними вчених такі важкі метали як свинець, кадмій та цинк найбільше акумулювалися у верхніх шарах ґрунту, що створює їх фізико-хімічну деградацію внаслідок чого це негативно відображається на агроекосистемах.

Про зростання рівня забруднення важкими металами говориться і в статті Certini G., та інших (2013), де інтенсивне бомбардування земель сільськогосподарського призначення Сумської та Чернігівської областей України сприяло підвищенню концентрацій вмісту барію, рубідію, цинку цирконію та ванадію. Автори зазначають, що у одній із територіальних громад Чернігівської області через активні бойові дії пошкоджено майже 44 га ґрунтового покриву, а розраховані збитки від цього оцінюються у 192,2 млн. га. Так, за допомогою аналізу супутникових знімків можна було ідентифікувати зони бомботурбації та встановити рівень їх забруднення.

У статті Bulba I., Drobitko A., Zadorozhnii Yu., Pismenniy O. (2024) розповідається, що на базі навчально-наукового центру Миколаївського НАУ були проведені дослідження щодо впливу бойових дій на ґрунтовий покрив на прикладі південних областей України. Встановлено, що для Дніпропетровської області після обстрілів в агроландшафтах забруднення ґрунтів свинцем перевищує гранично-допустиму концентрацію (ГДК) у 3 рази, а наприклад, забруднення фтором у 1,5 рази. Разом з тим, для Миколаївської області вміст свинцю перевищував ГДК у 5 разів, а вміст інших важких металів, зокрема міді, цинку, фтору і нафтопродуктів у 1,3 рази. Як виявилося, найбільші забруднення спостерігали у Запорізькій області, де концентрація свинцю перевищувала ГДК у 11,2 рази, а вміст цинку та фтору у 2 рази, фосфатів на 30%, а нафтопродуктів на 35%. Вчені вказують і на підвищення кислотності (рівня pH) після розривів

снарядів. Тому з метою зменшення вищезазначених негативних наслідків необхідно впроваджувати у якості відновлення, екологічно чисті технології, поступово реабілітувати та відновлювати території, які постраждали.

Також потрібно пам’ятати і про обмежений доступ до забруднених ділянок із точки зору міркувань безпеки, а це і наявність мін та замінованих масивів, боєприпасів, що не встигли вибухнути і так далі. Ці фактори перешкоджають обстеженню території, облаштуванню необхідних свердловин для здійснення моніторингу та заходів із ліквідації (Диняк О.В., та ін., 2023).

Важливі екологічні питання впродовж дії воєнного часу повинна вивчати і така наука, як екологічна безпека. Зокрема, вчений О. Семерня із колегами здійснював соціальний експеримент шляхом проведення опитування серед різних категорій населення щодо загальних знань екологічної безпеки у нашій державі. Слід визнати, що його результати виявилися невтішними, оскільки більшість населення держави не то кінця усвідомлює ті великі ризики, що пов’язані із воєнними діями, а багато людей взагалі переживають психологічні розлади. Тому, маємо визнати, що знання екологічної безпеки на сьогодні є досить актуальними, бо багато інфраструктурних об’єктів зруйновано. Разом з тим щодня оновлюються дані із загальних збитків завданих природним ресурсам країни.

1.3. Заходи з відновлення ґрунтів і ландшафтів

Серед ключових питань щодо етапів відновлення держави повинна бути переглянута та суттєво оновлена законодавча база, а особливо нормативно правові документи, що регулюють взаємовідносини суспільства та природних ресурсів. Потрібно переглянути методичні рекомендації щодо нарахування розмірів завданих збитків природним ресурсам, а також компенсаційні механізми за вчинені злочини. Інакше без наявності цих складових на великі успіхи годі буде сподіватися.

Група Харківських вчених розробляють пілотний проект першої в Україні живої лабораторії задля можливостей відпрацювання та поширення досвіду

впровадження технологій повоєнної реабілітації ґрунтів та їх подальшого моніторингу стану здоров'я. Це так звані Європейські Living Labs. Зокрема харків'яни будуть задіяні у цьому досвіді, використовуючи живу ґрунтову лабораторію на базі Чкаловської громади спільно із ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О. Н. Соколовського», де будуть відпрацьовані технології повоєнного відновлення ґрунтів, а також налагодження активної кооперації із європейськими та світовими експертами та організаціями з питань розв'язання проблем відновлення здоров'я ґрунтів України та їх подальшого моніторингу.

На прикладі Вільхівської громади Харківської області найкращим і найдешевшим рішенням рекомендується у повоєнному відновленні використовувати консервацію, тобто тимчасове припинення будь-яких заходів на таких територіях для того, щоб дати можливість земельним ресурсам відновитися природним способом після масових уражень різними видами озброєння. Також для районів із меншим ступенем пошкодження серед заходів поліпшення родючості ґрунтів пропонують агротехнічну меліорацію у вигляді фітоекстракції чи фітосанації, а саме висаджування рослин, які поглинають чи розщеплюють забрудники у ґрунті, таким чином його очищуючи. Разом з тим. наголошується, що для кожного випадку має бути свій окремий підхід, зважаючи на стан ґрунтів і відповідно, на можливості громади https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/491/3424/120162).

Нині серед пріоритетних напрямів екологічної реабілітації ґрунтів, які зазнали пошкоджень через воєнні дії, рекомендується Кабінету Міністрів України, Міністерству економіки, довкілля і сільського господарства України передбачити:

- внесення змін до статті 45 Закону України «Про охорону земель» для того, щоб закріпити заходи з охорони та реабілітації земель, які зазнали ушкоджень внаслідок бойових дій;
- внести до статті 16 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» положення про екологічну реабілітацію територій

після воєнних дій як окремий напрям державної політики у сфері охорони довкілля;

- залучити міжнародні фонди ЄС, Світового банку, Глобального екологічного фонду через відповідні програми співпраці.

Якщо подивитися на сучасний стан, то токсичність ґрунтів визнається вагомим чинником, який створює ризики для здоров'я населення. Обмеження доступу до продуктивних земель через їх широке замінування та забруднення створюють великі ризики для продовольчої безпеки держави. Так, втрата родючості земель призводить до зниження урожайності, а руйнування екосистемних функцій ускладнює процеси природного відновлення.

Задля ефективного відновлення порушених ґрунтів та земельних ресурсів необхідно застосовувати комплексні підходи щодо природоохоронних та інженерних технологій. Важливо знати як безпечно очищувати ґрунти за допомогою рослин та спеціальних технологій, які здатні нейтралізовувати шкідливі речовини у ґрунтовому середовищі. Відповідні підходи повинні сприяти поступовому зниженню концентрації небезпечних речовин та відновленню екологічних функцій ґрунтів.

У першу чергу для пошкоджених ґрунтів бажано відновити вміст органічних речовин, а для цього необхідно використовувати сидерати, біочар, інші види альтернативного удобрення, що підвищує родючість ґрунтів та захищає поля від ерозії. Необхідно зазначити, що інженерні рішення у питаннях ізоляції забруднених ділянок та у питаннях відновлення дренажних систем здатні зменшувати поширення токсичних речовин і стабілізувати водний режим територій. Разом з тим впровадження таких біоремедіаційних заходів підкреслюють важливість прозорості та інституційної координації у процесах відновлення (https://niss.gov.ua/doslidzhennya/natsionalna-bezpeka/vyklyky-ta-perspektyvy-ekolohichnoyi-reabilitatsiyi-zemel-vid).

Відповідно до Порядку визначення шкоди та збитків, які завдала ґрунтам України збройна агресія рф на проведення рекультивації необхідно мати кошторисну вартість запроектованих робіт та реалізовані проекти землеустрою

з рекультивації порушених ґрунтів згідно із постановою Кабінету Міністрів України №86 від 02.02.2022 р.

Слід наголосити, що виконання проектних робіт необхідно проводити із урахуванням видів порушених ґрунтів, їх якісних характеристик, місцевих умов та подальшого напряму використання таких ґрунтів. На тих полях, де знаходиться багато вирв різного діаметру від вибухів, немає сенсу проводити механізовані роботи с.-г. технікою, що є досить ризиковим. Переміщення техніки по полях під час проведення обробітку призводить до аварійних ситуацій через потрапляння до утворених ям коліс тракторів, комбайнів чи інших сільськогосподарських машин. Такі дії спонукають до псування техніки і травм різного ступеня тяжкості для працюючих осіб. Натомість консервацію техногенно забруднених земель, що зазнали хімічного забруднення, необхідно проводити відповідно до порядку консервації земель, що затверджено Кабінетом Міністрів України №35 від 19 січня 2022 р. із частковими змінами від постанови №1228 від 1 листопада 2022 р (Коломієць Л., та ін., 2023).

Цікавий досвід щодо методів відновлення ґрунтів віднайшли група вчених із ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії» ім. О.Н. Соколовського для впровадження у господарствах різних форм власності Донецької області, а особливо для тих, які спеціалізуються на виробництві зернових культур. Вони винайшли препарат Гаупсин БТ для відновлення мілітарно порушених ґрунтів. У їх науковій праці знаходимо наступне «… на хімічно забруднених ґрунтах спостерігали позитивний вплив запропонованого алгоритму використання препарату Гаупсин БТ на хімічно забруднених ґрунтах на показники структури урожаю, а саме польової схожості та кущистості тест культури. Встановлено, що польова схожість пшениці зросла на 3,5% порівняно із контролем, де цей показник становив 86,7%, а показник кущистості тест-культури зріс від 1,9 (дані контролю) до 2,8 за внесення препарату.

Позитивний ефект викликався і при застосуванні біопрепарату Гаупсин БТ при умовах Курахівської ТЕС, що сприяло зниженню вмісту кадмію у зерні пшениці на 36,4%, а у вегетативній масі – на 42%. Було виявлено, що за мілітарного впливу та хімічного забруднення системи ґрунт-рослина і важкі

метали (ВМ) використання запропонованого методу біологічної ремедіації сприяло зниженню вмісту кадмію у зерні ячменю на 27,3% а у вегетативній масі – на 29%. Це саме стосується і зниженню вмісту свинцю у зерні ячменю на 31%, а у вегетативній масі – на 38%.

Вчені заявляють, що апробація новоствореного препарату є ефективним у відновленні ґрунтів, які забрудненні важкими металами. Так, рівень забруднення важкими металами зменшується за віддалення від центру емісії забруднювачів, які здійснюються від ТОВ «ДТЕК Курахівська ТЕС», де фоновий рівень забруднювачів спостерігається на відстані від 10-15 до 30-40 км. Якщо взяти до уваги транслокацію забруднювачів із ґрунту до рослин пшениці озимої та ячменю ярого елементи розташовуються у ряд у такому порядку: цинк – мідь – свинець – кадмій (Балюк С.А., та ін., 2024).

Також вчені пропонують і методи поліпшення екологічного стану у системі «ґрунт-рослина». Серед методів ремедіації пропонується використання нової суміші ХГП Смарагд. Цей препарат було створено для обробки насіння, підживлення рослин та внесення у ґрунт за умов хімічного забруднення важкими металами. За заявками розробників дана суміш має чудовий удобрювально-стимулюючий ефект і містить залізо, цинк, мідь, кобальт, молібден, марганець та бор у вигляді хелатних сполук із використанням комплексону ОЕДФ. Принцип дії його полягає у тому, що у хелатний розчин препарату Смарагд вводять відомий гумат із органічної сировини природного походження (Смарагд…, 2024). При цьому усі агенти препарату взаємодіють у визначеному співвідношенні, що забезпечує ремеадіаційний ефект, коли система «ґрунт-рослина» є сильно забрудненою.

За результатами проведених спостережень ХГП Смарагд мав гарний ефект на урожайність ячменю та показники його якості на хімічно забруднених ґрунтах. Встановлено, що препарат позитивно вплинув на польову схожість та кущистість тест-культури на забруднених ґрунтах. Так, польова схожість ячменю підвищилася на 4,5% порівняно із контролем (Балюк С.А., та ін., 2024).

Проводячи пошук необхідного матеріалу натрапили на цікавий зарубіжний досвід щодо відновлення ландшафтів в умовах кліматичних змін. Вони пов’язані

із тим, що у деяких країнах практикують оформлення природних оазисів у зв'язку із сильними пошкодженнями поверхні ґрунтів. Вчені вважають, що подібні заходи сприяють сільськогосподарським землям ставати кращими та мати більшу екологічну стійкість через створені відповідні острівки із деревних порід рослин чи проведення їх затоплення, створюючи відповідні невеликі озерця. Подібні приклади характерні для Німеччини, Швеції, Австрії. Навіть кілька метрів квадратних таких територій створюють великий ефект для навколишнього середовища, а особливо стають осередками поширення і захисту біорізноманіття, створення сприятливого мікроклімату, тощо. Слід зазначити, що такі острівки також є досить сильно естетично привабливими (Чайка Т.О., Короткова І.В., 2023).

Зустрічаємо також і зворотний досвід, де фактично наслідки воєнних дій залишилися без відновлення початкового стану земель. Так, є дані, що у кратерах після бомбардувань В'єтнаму ці землі використовували як розплідники для риби. У той же час демілітаризована територія між Північною та Південною Кореєю стала своєрідним акумулятором місцевого біорізноманіття. Також знаходимо дані, що у США провели відновлення земель через вилучення 17 тис. тонн забрудненого верхнього шару ґрунтів для того, щоб видалити свинець та інші види важких металів (Чайка Т.О., 2023).

Що стосується Міжнародного Реєстру збитків, то слід відмітити те, що 17 травня 2023 р. на саміті Ради Європи, який проходив в ісландському місті Рейк'явік більшість країн Європи підписали угоду щодо створення Реєстру збитків, які завдав агресор за роки повномасштабного вторгнення. Згідно даної угоди необхідно постійно збирати і оновлювати дані щодо масштабів збитків здійснених ворогом для природних ресурсів України (Грузенський В.В., 2024).

Отже, можна бачити, що навіть після чотирьохрічного періоду повномасштабного вторгнення росії на Україну й надалі продовжуються бойові дії. Незважаючи на це, багато вчених починають розробляти і впроваджувати цікаві технології з метою постмілітарного відновлення ґрунтів. У цьому розділі ми висвітлили лише кілька із них, однак розробки тривають. На нашу думку, у найближчі роки з'являться нові цікаві методи з відновлення забруднених земель.

РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНІ УМОВИ МІСЦЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Природні умови селища Мощун та його історичний подвиг

Селище Мощун, неподалік якого проводили відповідні дослідження знаходиться у Бучанському районі Київській області. Слід зазначити, що село Мощун належить до складу Гостомельської селищної територіальної громади (рис. 2.1).

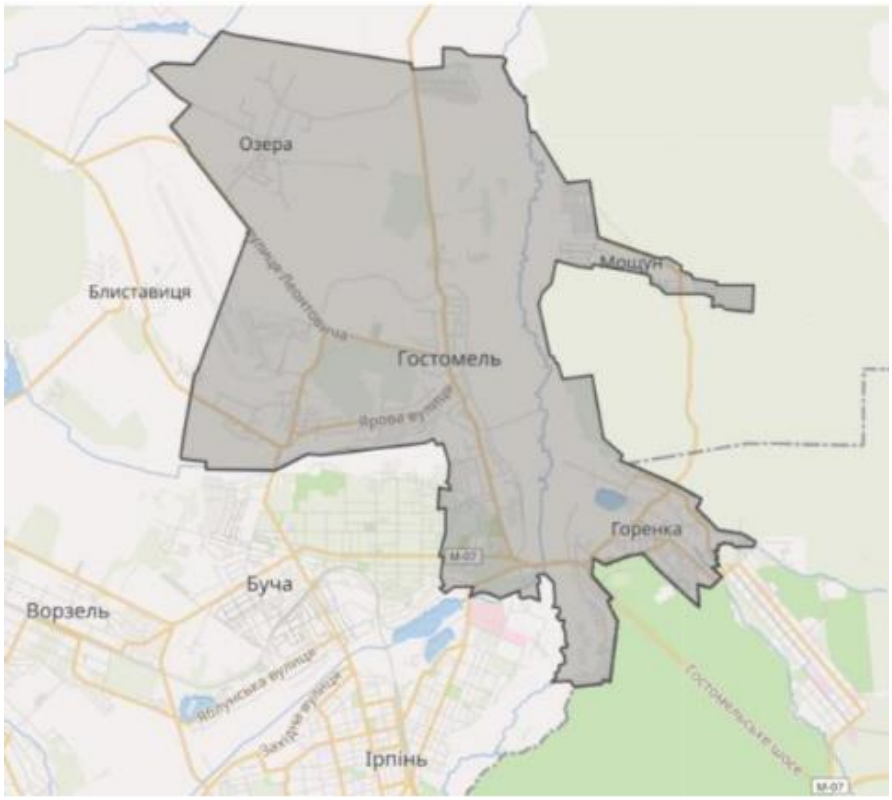


Рис. 2.1. Мапа Гостомельської селищної територіальної громади

Відповідно до Стратегії розвитку Гостомельської селищної територіальної громади знаходимо інформацію, що ця громада розташована у зоні Полісся, а саме мішаних лісів. Зокрема, у південній частині це буде Київське Полісся, що становить частину Здвизько-Ірпінського фізико-географічного району. Ця територія має виражені лісові ландшафти та частину агроландшафтів. За кількасот метрів від території проведення обстеження протікає річка Ірпінь, ширина русла якої становить понад 65 м.

Слід зазначити, що більшість території громади належить до межиріччя річки Здвиж, яка є лівої притоки річки Тетерів та річки Ірпінь, яка впадає до Київського водосховища. Ці річки мають північно-західний напрямок течії.

Ґрунти переважно дерново-підзолисті піщаного і супіщаного гранулометричного складу на моренних водно льодовикових відкладах та алювіальних. Так, на піщаних надзаплавних терасах, де впадає річка Мощунка до річки Ірпінь знаходиться однойменне селище, поблизу якого ми і проводили свої обстеження та дослідження (Стратегія розвитку…, 2025).

Що стосується структури земельних угідь села Мощун, то вони переважно є сільськогосподарськими, під якими знаходиться 65,6 га у тому числі рілля – 64,2 га (табл. 1). Під водоймами знаходяться 2,2 га, а під забудовою – 14,2 га.

Таблиця 2.1. Структура земельних угідь с. Мощун Бучанського району Київської області (дані узяті із Стратегії розвитку…, 2025)

Земельні угіддя	**Площа, га**
Сільськогосподарські угіддя	65,6
у тому числі рілля	64,2
Ліси та інші лісовкриті площі	0
Болота	0
Водойми	2,2
Забудовані землі	14,2
Із них землі транспорту та зв’язку	0,8
Інші землі	2,3
Загальна площа	84,3

Потрібно зазначити, що для здійснення агропромислової діяльності використовуються різнобічні методи, основний акцент яких спрямований саме на інтенсивні землеробські заходи, бо вони здатні створювати стабільний вихід високих показників урожайності провідних сільськогосподарських культур

завдяки високому рівню розвитку селекційної діяльності, внесенню органічних і мінеральних добрив, автоматизації щодо обробітків земельних наділів.

Саме по системі захисту рослин можна із впевненістю говорити, що вдало йде поєднання кількох методів, серед яких агротехнічні, особливо передпосівний обробіток ґрунту та основний. Теж на рівні застосовується і хімічні методи боротьби, серед яких варто відзначити проведення дезінфекції сховищ, обробку насіння перед їх безпосереднім висівом у ґрунт, стабільні обробки рослин засобами захисту. Важливо відмітити позитивний ефект від поступового впровадження біологічних методів захисту, які є екологічно безпечними. До таких відносять нові розроблені на біологічній основі препарати, різні бактеріальні приманки, розведення корисної ентомофауни, тощо.

В історичному аспекті битва за Мощун стала вирішальною під час оборони столиці України. За архівними даними ця битва тривала понад два тижні, а саме із 5 до 21 березня 2022 р. Так склалося, що село було стратегічно важливою позицією для російських окупаційних військ. Якби ворогу вдалося його захопити, то перед військовими рф фактично відкривався прямий вихід на Київ. Однак ворогу здійснити свої кровожерливі плани не вдалося, бо вже 21 березня 2022 р. збройні сили України (ЗСУ) звільнили Мощун від російських загарбників.

Знаходимо відомості, що на це невелике селище ворожі війська кинули значні ресурси, як кваліфікованих офіцерів, так і можливе на той час, озброєння, а це ствольна та реактивна артилерія, авіація, міномети, танки. У надзвичайно складній битві українські воїни мужньо оборонялися і вистояли у складній боротьбі. Велика шана тим воїнам, які ціною власного життя, спромоглися не допустити ворога до столиці і зберегли місто від окупації. Наприкінці березня вдалося відтіснити російські війська на лівий берег річки Ірпінь, а поразка біля села стала приводом до поступового звільнення області від ворога.

На честь пам’яті героїчної оборони Києва біля Мощуна у 2023 р. у сосновому лісі було встановлено Меморіал «Янголи Перемоги», який присвячений у сім воїнам-героям, які загинули у битві під Мощуном (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Меморіальний комплекс «Янголи Перемоги» встановлений в околицях Мощуна у 2023 р. (джерело: https://imr.gov.ua/kyyivshhyna-mistsya-pam-yati-memorialnyj-kompleks-yangoly-peremogy-u-moshhuni/)

Необхідно відмітити, що даний меморіальний комплекс було спроектовано у формі металевої напівколової конструкції, яка символізує єдність, силу волі, захист від ворогів. Так, на двосторонніх дошках на українській та на англійській мові розміщені імена загиблих воїнів-охоронців селища, їх фотографії та коротка автобіографічні відомості. Варто зазначити, що ідея проекту комплексу є ніби простою, однак дуже сильною, що формує повагу до загиблих Героїв серед молодого підростаючого покоління. Про їх подвиг потрібно пам'ятати тривалий період часу, адже це історія. У свою чергу використання металу для конструкції уособлює силу, довговічність та незламний характер наших Героїв.

Особливою інтерактивною складовою меморіалу є QR-коди. Скануєш і потрапляєш до цифрових пам'ятників героїв. Це справжні історії людей, які жили поруч із нами, мріяли, любили і боролися за свою країну.

2.2. Методичні особливості проведення досліджень

Відомо, що з метою здійснення досліджень використовують різні методи і методики для вивчення того чи іншого питання. Тому у нашій ситуації, для проведення досліджень ми використовували наступні методичні підходи та рекомендації:

- візуальний порівняльний аналіз стану ґрунтового покриву до впливу військової техніки і після нього за результатами космознімків у програмному середовищі Google Earth;

визначення щільності складення ґрунту проводили методом ріжучого кільця за ДСТУ ISO 11272-2001;

- визначення вологості у зразках ґрунту здійснювали термостатно-ваговим методом у сушильній шафі за температури 105 °С.

- величину вбирання води ґрунтом – методом заливних трубок за Качинським у восьмикратній повторності за ДСТУ 7456:2013;

- структурно-агрегатний склад – ситовим методом за просіювання ґрунту різного діаметру часток за ДСТУ 4744:2007;

- об’єми змитого ґрунту за видимими лінійними формами проявів водної ерозії шляхом промірів утворених водорівчаків на периферійній частині кратерів;

- види рослин, які зростали обабіч утворених кратерів – за допомогою мобільного визначника видів рослин ObsIdentify;

Статистичний обробіток отриманих даних здійснювали у редакторі формул програми Microsoft Excel, знаходячи середньоарифметичний показник та відповідний довірчий інтервал.

2.3. Мета і завдання, об’єкт і предмет досліджень

Мета роботи полягала у проведені досліджень щодо впливу різного виду озброєння на ґрунтовий покрив агроландшафтів в околицях села Мощун Бучанського району Київської області.

Завдання досліджень зводилося до вивчення наступних питань:

1. Проаналізувати вплив воєнних дій на щільність складення ґрунту через рух військової техніки та обабіч утворених від вибухів кратерів.
2. Вплив воєнних дій на водопроникність ґрунтів.
3. Вплив воєнних дій на оструктуреність ґрунтів та розвиток водної ерозії у кратерах.
4. Обґрунтувати процеси самовідновлення рослинного покриву внаслідок порушень ґрунтів.

Об’єктом досліджень були ґрунти та їх фізичні властивості.

Предметом досліджень – оцінка характерних порушень і зміни фізичних показників ґрунтів, що викликають їх деградацію.

РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ І БОЇВ НА ГРУНТОВИЙ ПОКРИВ В ОКОЛИЦЯХ МОЩУНА

3.1. Вплив військових дій на щільність складення ґрунту та його польову вологість

Із початком повномасштабного вторгнення, коли російські війська почали нещадно руйнувати не лише будинки та інші споруди, але і спалювати природні ресурси, зокрема ліси, чагарники, лісосмуги, рослинність на полях у наукових публікаціях почала з’являтися інформація про те, як впливає масовий рух колони важкої військової техніки та ґрунтовий покрив, по якому вона рухається. Серед низки ґрунтових показників, а особливо фізичних, у першу чергу необхідно визначати щільність складення, оскільки у коліях від руху важкої військової техніки відбувається ущільнення, а особливо коли ґрунт вологий.

Потрібно зазначити, що процес ущільнення ґрунту є дуже небажаний і має ряд негативних екологічних порушень. На надмірно ущільнених ґрунтах гальмується доступ свіжого повітря, менша кількість опадів потрапляє у глибші горизонти ґрунтів, а також кореневі системи рослин не здатні добре проникати у глибші горизонти, обмежуючись лише поверхневим розвитком. Візуально ці екологічні проблеми можна бачити, дивлячись на рисунок 3.1.

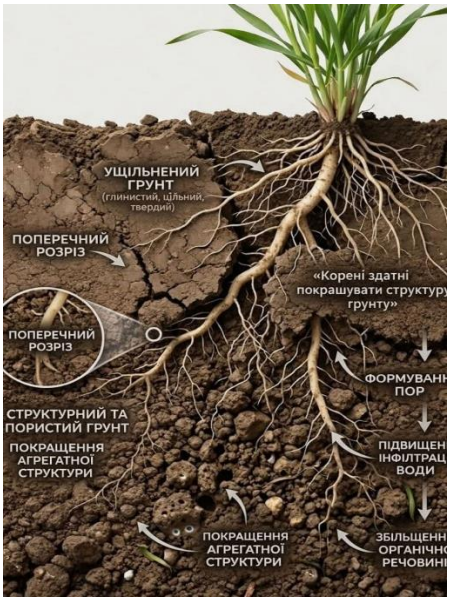


Рис. 3.1. Характерні екологічні проблеми ущільненого ґрунту

Перед тим, як визначити щільність складення обабіч утворених кратерів та у коліях від руху важкої військової техніки ми переглянули ретроспективні знімки обстежуваної території, користуючись мапою Google Earth. Результати аналізу можна бачити на наступних завантажених знімках (рис. 3.2 і 3 3).



Рис. 3.2. Територія обстеження за два роки до повномасштабного вторгнення (Джерело: знімок Google Earth станом на 03.03.2020 р.)



Рис. 3.3. Територія обстеження із надмірним ущільненням грунту внаслідок проходу військової техніки (Джерело: знімок Google Earth станом на 31.03.2022 р.)

Як бачимо із знімку 3.2. станом на 3 березня 2020 року була собі звичайна територія, а вже через два роки потому, станом на 31 березня 2022 року (рис. 3.3) можна спостерігати велику кількість прямолінійних колій, які показують напрям руху та здійснення маневрів важкої військової техніки, що наступала на село Мощун. Саме у цій колії ми і досліджували щільність складення ґрунту наприкінці червня 2025 року (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Прикопка для відбору зразків ґрунту для визначення його щільності складення у шарах 0-10 і 10-20 см у коліях від військової техніки

Результати щільності складення дернового слабкопідзолистого супіщаного ґрунту на алювіальних відкладах представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Результати досліджень щільності складення ґрунту та польової вологості у коліях від руху важкої військової техніки та у кратерах

Глибина відбору зразків ґрунту, см	Щільність складення ґрунту, г/см^3	Щільність складення на контрольній ділянці, г/см^3	Вологість ґрунту, %
У зразках ґрунту взятих із колії від важкої військової техніки Координати: (50º36´41.65"Пн і 30º16´15.81"Сх)			
0-10	1,58 ± 0,03	1,41 ± 0,04	7,94 ± 1,81
10-20	1,74 ± 0,05	1,48 ± 0,02	3,12 ± 0,16

У вирві утвореній внаслідок розриву артилерійського снаряду діаметром близько 4 м. Координати: (50º36´46.25"Пн і 30º16´14.29"Сх)			
0-10	1,19 ± 0,05	1,41 ± 0,04	3,66 ± 0,73
40-50	1,63 ± 0,05	-	1,19 ± 0,22
У великій вирві від авіаційної бомби діаметром понад 10 м Координати: (50º36´53.64"Пн і 30º16´03.59"Сх)			
0-10	1,63 ± 0,07	1,44 ± 0,05	7,54 ± 1,06
150-160	1,53 ± 0,04	-	3,62 ± 0,96

Отже, як бачимо із таблиці 3.1. можемо бачити підвищену щільність складення у зразках ґрунту, де у верхньому 0-10 см шарі вона становила 1,58 ± 0,03 г/см^3, а у шарі 10-20 см – 1,74 ± 0,05 г/см^3, у той час як на контрольній ділянці, яка знаходилася за 50 м від колії щільність складення була у верхньому 0-10 см шарі 1,41 ± 0,04 г/см^3, а у шарі 10-20 см – 1,48 ± 0,02 г/см^3, що є значно нижчим, ніж у коліях. Отримані результати досліджень ще раз підтверджують ті негативні явища, пов’язані із надмірним ущільненням, які здійснює військова техніка на ґрунти.

Разом з тим ми також визначили і щільність складення поряд із утвореним кратером діаметром близько 4 м від розриву артилерійського снаряду. Так, за отриманими результатами щільність складення у 0-10 см шарі обабіч вирви була 1,19 ± 0,05 г/см^3, а у шарі 40-50 см узятих проб із глибини – 1,63 ± 0,05 г/см^3, у той час, як на контрольній ділянці у шарі 0-10 см щільність становила 1,41 ± 0,04 г/см^3. Що стосується результатів із визначення щільності складення у великій вирві діаметром понад 10 м, яка утворилася внаслідок скидання авіаційної бомби, (її координати 50º36´53.64"Пн і 30º16´03.59"Сх), то верхній шар станом на 26 червня 2025 р. був помітно ущільненим і становив 1,63 ± 0,07 г/см^3. На контрольній ділянці, за 50 м від даної вирви, щільність складення верхнього шару становила 1,44 ± 0,05 г/см^3 (табл. 3.1).

Що стосується польової вологості, то цей показник у коліях від руху військової техніки складав 7,94 ± 1,81% у (шарі 0-10 см), а у шарі 10-20 см – 3,12 ± 0,16%. Подібна тенденція була притаманною і для результатів отриманих у

зразках ґрунту, узятих із авіаційної вирви. Значно менші показники вологості спостерігали у вирві від артилерійського снаряду.

За літературними даними знаходимо, що наслідки руху військової техніки є надзвичайно негативними, а заходи із поліпшення вибираються, виходячи із того, як саме забруднюється ґрунт. Головні наслідки показуємо у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Наслідки впливу та способи відновлення ґрунтів через рух військової техніки

Екологічні наслідки на ґрунти	**Заходи з реабілітації властивостей ґрунтів**
Руйнування структури ґрунту	Впровадження глибоких ґрунтообробних знарядь задля розпушування ґрунту на глибині понад 25 см.
Розриви снарядів ракет та авіаційних бомб	Утворення об’ємних воронок на місцевості, а також характерні видимі порушення рельєфу території
Рух та маневри важкої військової техніки. Будівництво фортифікаційних споруд.	Посилення проявів водної ерозії та дефляції. Деградація рослинного покриву на поверхні ґрунтів.
Зменшення активності поглинання поживних речовин кореневими системами рослин	Внесення у ґрунт гуматів для стимуляції синтезу кореневих ферментів, що беруть участь у поглинанні поживних речовин
Нерівномірність появи сходів вирощуваних культур	Наявні ризики до виникнення захворювань і пошкоджень шкідниками та дефіциту вологи. Використання фосфоровмісних добрив, обробка солями гумінових і фульвокислот.
Зниження росту рослин і розвитку кореневих систем	Застосування фітогормонів росту, гумінових і фульвокислот.

Отже, можна зробити висновки, що за результатами наших досліджень прямо підтверджується той факт, що внаслідок руху і маневрів військової техніки відбувається помітне ущільнення ґрунту у верхніх шарах. Також спостерігається певне ущільнення з поверхні ґрунту і біля вирв, а також і на деяких глибинах у них. Надмірна кольматація пор і міжпорового простору ускладнює доступ потрапляння вологи та необхідної аерації ґрунту, що може відобразитися на рості і розвитку рослин.

3.2. Водопроникність ґрунтів обабіч вирв та у коліях військової техніки

Достеменно відомо, що під водопроникністю ґрунтів розуміють його здатність пропускати крізь свою товщу воду опадів чи внаслідок штучного зрошення. Вона входить до найважливіших фізичних властивостей ґрунтів, визначає водний режим і виступає стимулом для посиленого росту рослин.

Слід відмітити, що прямими індикаторами рівня водопроникності може виступати щільність складення ґрунту, тобто чим щільніший ґрунт, тим менша його водопроникність, структура, гранулометричний склад. Зазвичай водопроникність вимірюється у проникненні води крізь ґрунтову товщу у см за годину. Ми проводили вимірювання цього параметру ґрунту на кількох локаціях, а саме із порушеними військовими діями ґрунтами, а також на непорушених (контроль). Отримані результати наведені у наступних таблицях.

Першою локацією, де ми визначали величину вбирання води ґрунтом були колії від важкої військової техніки із координатами (50º36´41.65"Пн і 30º16´15.81"Сх). Результати досліджень наведені у таблиці 3.3.

Як бачимо із таблиці 3.3, цей показник ґрунту визначали у восьмикратній повторності і фіксували час вбирання води трубками із стовпом води у 7 см. За підрахунками отримали середнє значення у 10,3 мм/хв, що оцінюється за класифікацією Качинського як добра водопроникність. Робимо висновки, що не дивлячись на високу щільність складення дерново слабопідзолистий супіщаний

ґрунт має добре вбирання води ґрунтом, що пояснюється його супіщаним гранулометричним складом (рис. 3.5).

Таблиця 3.3. Вбирання води ґрунтом та оцінка впитування у коліях від руху військової техніки поблизу с. Мощун

Номер трубки	Перша	Друга	Третя	Четверта	П'ята	Шоста	Сьома	Восьма	Середнє значення
Час вбирання води трубкою, стовп 7 см	10 хв 55 сек	6 хв 25 сек	5 хв 08 сек	5 хв 16 сек	8 хв 50 сек	9 хв 45 сек	7 хв 22 сек	5 хв 19 сек	
Рівень вбирання води, мм/хв	**6,42**	**10,8**	**13,7**	**13,5**	**7,87**	**7,18**	**9,52**	**13,2**	**10,3**
Оцінка за Качинським - добра									



Рис. 3.5. Дослідження вбирання води трубками у коліях від важкої військової техніки

Подальші свої дослідження із визначення вбирання води ґрунтом ми проводили обабіч авіаційної вирви, яка мала діаметр понад 10 м (табл. 3.4). Її координати наступні: 50º36´53.64"Пн і 30º16´03.59"Сх (рис. 3.6). Слід зазначити, що поряд із вирвою були ідентифіковані кілька видів польових бур'янів, зокрема *пирій повзучий (Agropirum repens), мишій сизий (Setaria glauca), ромашка непахуча (Tripleurospermum inodorum).* Отже, як бачимо, середнє значення

вбирання води ґрунтом становить 13,5 мм/хв, що є дещо вищим, ніж у коліях від руху важкої військової техніки, однак також оцінюється, як добрий рівень.

Таблиця 3.4. Вбирання води ґрунтом та його оцінка обабіч вирви від авіабомби

Номер трубки	Перша	Друга	Третя	Четверта	П'ята	Шоста	Сьома	Восьма	Середнє значення
Час вбирання води трубкою, стовп 7 см	7 хв 06 сек	8 хв 10 сек	2 хв 46 сек	8 хв 14 сек	7 хв 06 сек	7 хв 09 сек	4 хв 26 сек	3 хв 28 сек	
Рівень вбирання води, мм/хв	**9,85**	**8,62**	**25,5**	**8,48**	**9,85**	**9,80**	**15,8**	**20,2**	**13,5**
Оцінка за Качинським - добра									

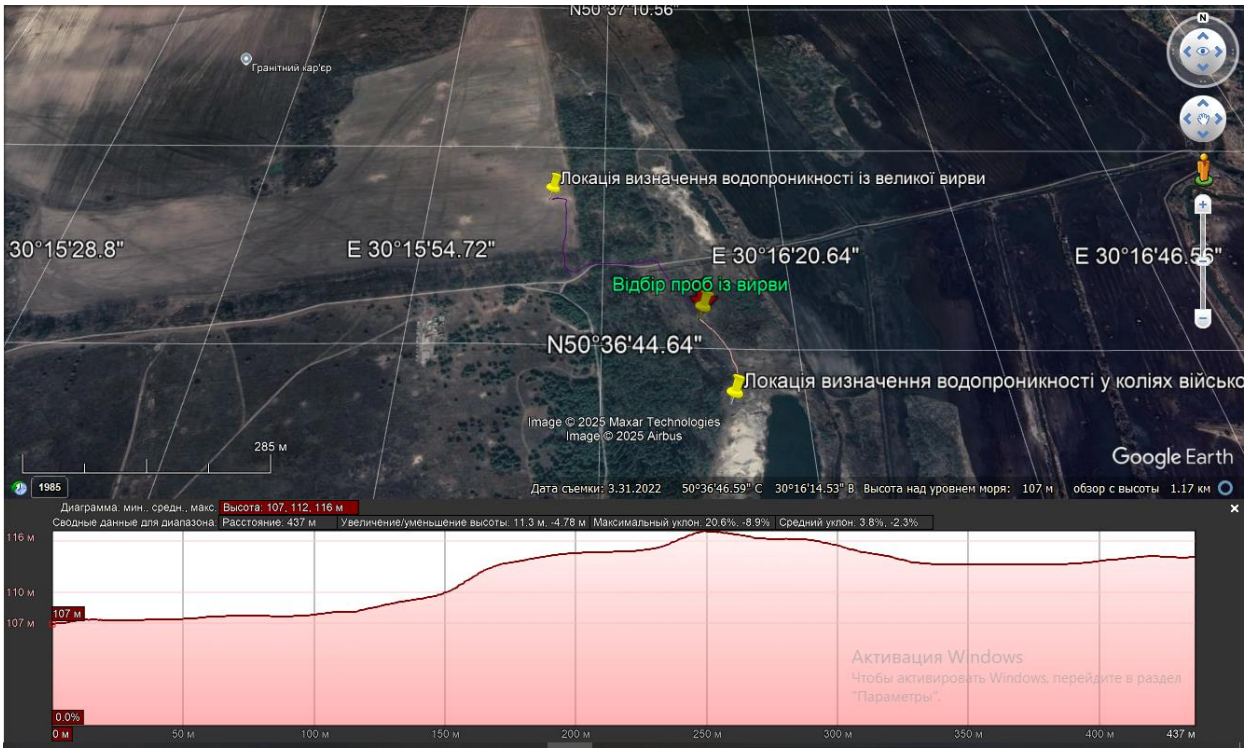


Рис. 3.6. Локації визначення вбирання води ґрунтом внаслідок характерних порушень від військової діяльності

Як відбувалося дослідження вбирання води ґрунтом, то цей процес можна бачити на наступних фото (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Визначення вбирання води ґрунтом обабіч вирви від авіабомби

Для контролю була вибрана заплавна ділянка неподалік протікання річки Ірпінь у самому місті Ірпінь (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Визначення вбирання води у заплаві річки Ірпінь

На цій території можна було спостерігати щільний трав’янистий покрив із гідроморфних видів рослин. Результати визначення вбирання води ґрунтом представлені у наступній таблиці 3.5.

Таблиця 3.5. Показники вбирання води ґрунтом у заплаві річки Ірпінь

Номер трубки	Перша	Друга	Третя	Четверта	П'ята	Шоста	Сьома	Восьма	Середнє
Час вбирання води трубкою, стовп 7 см	3 хв 33 сек	Вибра-ковано	4 хв 16 сек	3 хв 27 сек	11 хв 30 сек	5 хв 47 сек	10 хв 02 сек	2 хв 47 сек	
Рівень вбирання води, мм/хв	**20,0**	**-**	**16,5**	**19,9**	**6,09**	**12,0**	**7,00**	**25,0**	**15,2 мм/хв**
Оцінка за Качинським – високий рівень									

Таким чином, можна стверджувати, що військові дії прямо впливають на рівень вбирання води ґрунтом, зумовлюючи його зменшення. Так, вбирання води на контрольній ділянці у заплаві р. Ірпінь у середньому становило 15,2 мм/хв і оцінювалася, як висока, у той же час, як обабіч утворених вирв, де відбулися порушення і зміщення ґрунтових горизонтів – 13,5 мм/хв, а у коліях від військової техніки – 10,3 мм/хв, що оцінювалася, як добра.

3.3. Вплив військових дій на оструктуреність ґрунтів та розвиток водної ерозії

Що стосується впливу військових дій на оструктуреність ґрунтів, то потрібно досить детально ознайомитися із даним чинником, проводячи пошуки відповідних наукових публікацій. Згідно архівних даних, військові рф саме у битві за Мощун використовували танки марки Т-64, які мають дуже велику масу від 38 до 45,5 тонн і звісна річ, що під таким тиском відбувалося руйнування ґрунтової структури до найдрібніших фракцій. Саме від руху військової техніки залежить рівень механічного руйнування структури та ушільнення ґрунту. Внаслідок цього процесу руйнується грудочкувата структура ґрунту, відбувається закривання пор, що призводить до водонепроникнення та суттєвих порушень аерації.

Аналізуючи структурно-агрегатний склад дерново слабкопідзолистого супіщаного ґрунту, зразки якого були узяті у коліях від важкої військової техніки бачимо, що він майже третину із загального вмісту структурних агрегатів належить фракції пилу. Зокрема, у шарі 0-10 см вміст пилуватої фракції становив 32,8 ± 3,09%, а у шарі 10-20 см – 29,3 ± 0,62%, що пояснюється надмірною силою вдавлювання ґрунту від танків та іншої техніки. Натомість вміст агрономічно-цінних агрегатів, розміром від 10 до 0,25 мм у шарі 0-10 см складав 65,8 ± 3,17%, а у шарі 10-20 см – 67,9 ± 6,34% (табл. 3.6).

Таблиця 3.6. Структурно-агрегатний склад залежно від впливу руху військової техніки, 2025 р.

Шар ґрунту, см	Вміст структурних агрегатів, %			Коефіцієнт структурності
	наявність брил розміром понад 10 мм	агрономічно-цінні агрегати (АЦГ) розміром від 10 до 0,25 мм	Наявність пилуватої фракції із розміром часток менше 0,25 мм	
0-10	1,38 ± 0,41	65,8 ± 3,17	32,8 ± 3,09	2,12 ± 0,32
10-20	2,77 ± 1,85	67,9 ± 6,34	29,3 ± 6,58	2,18 ± 0,62

Отже, із отриманих даних можна зробити висновок, що цей ґрунт є досить розпиленим, у зв’язку із чим він здатний до видування й вивітрювання впродовж дії сильних вітрів, тобто є вразливим до переміщення. Варто теж додати, що високий вміст фракції дрібного пилу може викликати закупорювання або ж кольматацію міжагрегатних пор, що призводить до ущільнення ґрунтів, а також зниження рівня інфільтрації води після випадання інтенсивних опадів. Загалом, коефіцієнт структурності 2,02 вказує на те, що дерново-слабкопідзолистий ґрунт має погану структуру (багато пилу) у верхньому шарі через його надмірне ущільнення.

Аналізуючи зовнішній вигляд вирви утвореної від скиду авіаційної бомби ми побачили, що по периферійній частині почали утворюватися лінійні форми змиву ґрунту, тобто почала поширюватися водна ерозія. Визначення ризику виникнення ерозійних процесів необхідне з огляду на: 1) ризики міграції забруднюючих речовин із поверхневим стоком; 2) еродовані ґрунти є сильно уразливими до зумовлених війною фізичних пошкоджень.

Отже, було встановлено, що у виявлених кратерах утворилися водорівчаки, кожен із яких мав загальну довжину понад 1 м та ширину від 12 до 29 см. при цьому глибина була не дуже великою. у середньому в межах до 15 см (рис. 3.9).



Рис. 3.9. Дослідження утворених водорівчаків від змиву ґрунту по периферійній частині кратера утвореного від авіаційної бомби

Отже, можемо стверджувати, що окрім певного ущільнення, знеструктурення ґрунту та часткового зменшення його водопроникності в утворених кратерах розвиваються також і процеси водної ерозії. На нашу думку, не дивлячись на те, що певна частина кратера вже заросла рослинами, об’єми водорівчаків все одно будуть і надалі продовжувати зростати.

3.4. Самовідновлення рослин

На сьогоднішній день вченими із України пропонуються різні варіанти відновлення ґрунтового покриву та загалом земельних ресурсів, які постраждали чи забруднилися внаслідок збройної агресії рф. Можна бачити рекомендації до впровадження певних препаратів, які позитивно впливають і активують ґрунтові мікроорганізми до зв'язування полютантів та їх подальшого видалення, інші пропонують висівати певні види культур чи рослин, які «витягують» токсиканти із ґрунту. Однак є і такі, на думку яких, не потрібно нічого взагалі робити, а пустити усе під самовідновлення. Це означає, що із роками по закінченню бойових дій, буде поступово відновлюватися рослинний покрив, а регуляція чисельності і кількості видів триватиме природним шляхом.

Аналізуючи вирву від авіабомби було цікаво спостерігати за тими видами рослин, які не дивлячись на порушення, почали вегетувати і відновлюватися. Зокрема, детальний аналіз видового складу природної рослинності у нижній і середній частині вирви, а також по її периметру показав наступну картину. Так, серед однорічних злакових культур домінуючими видами були костриця червона (*Festuca rubra*) та тонконіг однорічний (*Poa pratensis*), а серед багаторічних видів рослин – полинь звичайний (*Artemisia vulgaris*), енотера дворічна (*Oenothera biennis L.*), злинка однорічна (*Erigeron annuus*) (рис. 3.10).



Рис. 3.10. Різноманіття природних трав у вирві та навколо неї (2025 р.)

Досліджуючи вирву бачили, що на її дні у 2025 році зростали рослини полині звичайної *Artemisia vulgaris*, де було обліковано 26 живих стебел цього виду рослин (рис. 3.11. а). Слід додати, що середня їх висота складала від 105 до 115 см, а кілька найвищих стебел близько 140 см. Також було знайдено і 5 сухих відмерлих пагонів.



а *б*

Рис. 3.11. Наявність рослин виді *Artemisia vulgaris* на дні вирви у 2024 р. (а) та 2025 (б) роках

Порівняльний аналіз кількості рослин полині звичайної за 2024 і за 2025 роки показав, що відбувається поступовий приріст рослин цього виду, оскільки у 2024 році їх було – лише 18 стебел, із висотою від 48 до 83 см, а у 2025 році – вже облікували 26 пагонів. Такі маленькі спостереження дають надію і віру на те, що процеси самовідновлення рослин будуть і надалі відбуватися, що свідчить про перемогу життя над різноманітними порушеннями. На нашу думку, саме таким природним чином порушені екосистеми будуть відновлюватися поступово із часом.

3.5. Загальні збитки від пошкодження земельних ресурсів і порушення ґрунтів

У цьому 2026 році промайнув четвертий рік після початку повномасштабного вторгнення. За цей тривалий час російські війська завдали значних збитків природним ресурсам, у тому числі і ґрунтовим. Так, за даними розрахунків від Державної екологічної інспекції України та її територіальних органів, за період із 27 березня до 3 квітня загальна сума збитків зросла на 45 млрд 067 млн 677 тис. грн. Що стосується збитків через засмічення земель, то вони складають 45 млрд 055 млн 223 тис. грн, а від забруднення ґрунтів – 12 млн 454 тис. грн. Відомо, що наша держава належить до однієї із провідних аграрних європейських держав, у якій розорювані землі займають понад 53,9% території або ж 32 млн. га. Слід зазначити, що близько 20% агроугідь перебувають під прямим впливом війни. Знаємо, що частина угідь – замінована, частина забруднена токсичними сполуками, інша недоступна для проведення обробітку через бойові дії. На сайті об'єднаного Міністерства економіки, довкілля та сільського господарства України знаходимо інфографіку, що станом на 3 квітня 2026 р. загальні збитки довкіллю через засмічення земель внаслідок збройної агресії рф становлять 1,55 трлн грн., а через забруднення земель –22,6 млрд. грн (рис. 3.12).



Рис. 3.12. Інфографіка завданих збитків земельним ресурсам України внаслідок збройної агресії рф, станом на 03.04.2026 р.

(джерело: сайт Державної екологічної інспекції столичного округу)

За даними наукових джерел найбільшими постраждалими регіонами України щодо ґрунтового покриву є Київська область, Чернігівська, Харківська, Миколаївська та Херсонська. За результатами досліджень, які були проведені Товариством дослідників України у співпраці із Продовольчою та сільськогосподарською організацією ООН (FAO UN) деокуповані території Київської і Чернігівської областей серед північних регіонів зазнали найбільшого впливу через повномасштабне вторгнення російських військ в Україну. Відмічається, що внаслідок бойових дій у Київській області виявлено 28 156 кратерів від різноманітних снарядів та інших вибухонебезпечних предметів. Слід зазначити, що діаметр відповідних вирв складає від 0,6 м до 17,8 м. Найбільше кратерів виявлено поблизу таких міст як Ірпінь, Буча, Бородянка, Макарів, Гостомель, Велика Димерка. Відзначається, що Київський регіон також є лідером і за площею бомбтурбованих земель, де зафіксовано порушених земель на площі понад 62 га, а обсяг перемішаних вибухами ґрунтів перевищує 20 тис. м^3 (https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/4113495-najbilsogo-vplivu-vijni-sered-pivnicnih-regioniv-zaznali-silgospugidda-kiivsini-ta-cernigivsini.html).

ВИСНОВКИ

Бакалаврська робота присвячена вивченню впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив земельних угідь в околицях селища Мощун Бучанського району Київської області.

1. Встановлено, що рух важкої військової техніки та різноманітні її маневри сприяють помітному ущільненню дерново слабкопідзолистого супіщаного ґрунту на алювіальних відкладах. Так, у коліях після проходу танків та інших видів бойової техніки щільність складення ґрунту у шарі 0-10 см становила 1,58 ± 0,03 г/см^3, а у шарі 10-20 см – 1,74 г/см^3, у той час, як на контрольній ділянці щільність складення сягала 1,41 ± 0,04 г/см^3 та 1,48 ± 0,02 г/см^3. Слід відмітити, що певне ущільнення відмічалося і з поверхні ґрунту обабіч кратерів, утворених від різного виду озброєння. Так, обабіч великої вирви від авіаційної бомби, що мала діаметр понад 10 м, у шарі 0-10 см щільність складення становила 1,63 ± 0,07 г/см^3., а на контролі без порушень – 1,44 ± 0,05 г/см^3. Характерні екологічні наслідки для ґрунту від його ущільнення полягають у надмірному закупорюванні пор, що обмежує доступ руху води опадів та повітрю проникати у нижні шари, через що можуть страждати рослини.

2. Зазначаємо, що військові дії суттєво впливають на рівень вбирання води ґрунтом. Дослідження показали, що у коліях від руху військової техніки середній показник вбирання води ґрунтом становив 10,3 мм/хв і оцінювався, як добрий. Натомість обабіч утвореної вирви, де відбулися порушення складу ґрунту та перемішування його шарів вбирання води було кращим і становила 13,5 мм/хв. На контрольній ділянці у заплаві річки Ірпінь цей показник сягав 15,2 мм/хв і оцінювався, як високий.

3. Відзначаємо, що військові дії негативно впливають і на структуру ґрунту, порушуючи її будову і вміст агрономічно-цінних агрегатів. за отриманими даними бачимо великий вміст пилуватої фракції ґрунту (розмір часток менше 0,25 мм), що спричинено тиском на ґрунт важкої військової техніки. так, у шарі 0-10 см її вміст був 32,8 ± 3,09 %, тоді як у шарі 10-20 см – 29,3 ± 6,58%. Стверджуємо, що високий вміст найдрібнішої фракції ґрунту

здатен викликати кольматацію міжагрегатних пор, що призводитиме до ущільнення ґрунту та зниження рівня його водопроникності, що особливо є небажаним в умовах ксероморфності клімату. Зафіксовано і розвиток водної ерозії в утворених кратерах, оскільки добре проявилися водорівчаки від змиву ґрунту, об'єми яких можна виміряти мірною стрічкою.

4. Позитивним є той факт, що не дивлячись на суттєві порушення ґрунтового покриву на третій рік після впливу воєнних дій відбувається відновлення росту трав'янистих видів рослин на пошкоджених ділянках і навколо них. Зокрема, усередині кратеру зростали рослини полині звичайної *Artemisia vulgaris,* якої було зафіксовано 26 продуктивних стебел із висотою понад 1 м. Геоботанічні спостереження дали змогу встановити, що серед однорічних злакових трав домінуючими видами були костриця червона (*Festuca rubra*) а, також тонконіг однорічний (*Poa pratensis*). Якщо ж аналізувати багаторічні види рослин, то це злинка однорічна (*Erigeron annuus*), полинь звичайний (*Artemisia vulgaris*), енотера дворічна (*Oenothera biennis L.*). Цей факт дуже радує і вселяє надію на поступове відновлення природного життя рослин.

5. Що стосується загальних збитків завданих довкіллю, то за даними Міністерства економіки, довкілля та сільського господарства через засмічення земель вони становлять понад 1,55 трлн грн, а щодо забруднення земель, то 22,6 млрд. грн. Загалом у Київській області утворено понад 28 тисяч кратерів різного діаметру. Такі земельні ресурси потребуватимуть суттєвих корекцій та пошуку оптимальних заходів з відновлення родючості ґрунтів та виконання ними необхідних екологічних функцій.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Assessment of the impact of armed aggression of the Russian federation on the soil cover of Ukraine / S. A. Baliuk, A. V. Kucher, M. O. Solokha, V. B. Solovei. Ukrainian Geographical Journal. 2024. Vol. 1. P. 7–18. DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2024.01.007

2. Балюк С.А., Кучер А.В., Пліско І.В. Концептуальні підходи до відновлення ґрунтів, що постраждали від збройної агресії. Монографія. К., Аграрна наука. 2024. 216 с.

3. Балюк С.А., Кучер А.М, Солоха М.О., Соловей В.Б., Смірнова К.Б., Момот Г.Ф., Левін А.Я. Вплив збройної агресії та воєнних дій на сучасний стан ґрунтового покриву, оцінка шкоди та збитків, заходи з відновлення: наук. доп. Харків: ФОП Бровін О.В., 2022. 102 с. DOI: https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15740.41608

4. Балюк С.А., Кучер А.В., Солоха М.О., Воротинцева Л.І., Соловей В.Б., Смірнова К.Б., Лебедь В.В., Анісімова О.В., Момот Г.Ф., Левін А.Я., Гончарова А.Є., Панарін Р.В. Оцінювання впливу збройної агресії на стан чорноземних ґрунтів і заходи з його відновлення: монографія. К., Аграрна наука, 2025. 240 с.

5. Бережняк Є.М., Бондарь В.І., Наумовська О.І., Ракоїд О.О., Клепко А.В., Ладика М.М., Лазарєв М.М., Дем'янюк О.С. Аналіз прояву деградаційних процесів ґрунтового покриву Київської області за впливу воєнних дій. *Збалансоване природокористування*. №4. 2024. С. 116-128. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2025.324377

6. Богданець В.А., Носенко В.Г. Індикатори сталого розвитку безпеки використання земель та оцінка розвитку деградаційних процесів ґрунтового покриву з використанням геоінформаційних моделей. *Землеустрій, кадастр та моніторинг земель*, 2022. №3. С. 83-92.

7. Бутенко Є.В., Кузнєцова О.В., Сохацька М.С. До питання оцінки наслідків негативного впливу бойових дій на землях територіальних громад Донецької області. *Землеустрій, кадастр та моніторинг земель*, 2023. №2, С. 92-103.

8. Буц Ю.В., Крайнюк О.В., Пономаренко Р.В., Каграманян А.О., Барбашин В.В. Техногенно-екологічна небезпека впливу військових дій на ґрунтовий покрив Харківщини. *Техногенно-екологічна безпека*. №2(18). 2025. С. 14-22. DOI: https://doi.org/10.52363/2522-1892.2025.2.2

9. Бухова Д.М. Сучасні правові проблеми відновлення земель, пошкоджених внаслідок військових дій. *Науковий вісник УНУ*. Т.3 (86). 2024. С. 96-100. DOI: https://doi.org/10.24144/2307-3322.2024.86.3.14

10. Вінкельман К. Гуманітарне розмінування та очищення сільськогосподарських земель від вибухонебезпечних предметів. Приклади з Німеччини, перспективи для України. Круглий стіл. 2022. URL: https://www.openforest.org.ua/215905

11. Воєнні дії на сході України – цивілізаційні виклики людству. Львів: ЕПЛ, 2015. 136 с.

12. Гомбань В.А., Коломбар Т.М. Вплив воєнних дій на деградацію чорноземних ґрунтів України: літературний огляд. Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. Том. 54. 2025. С. 138-143.

13. Грузенський В.В. Проблеми та перспективи правового регулювання відновлення земель і ґрунтів України, що постраждали внаслідок збройної агресії російської федерації. *Юридичний науковий електронний журнал.* №5, 2024. С. 249-251.

14. Ґрунтовий покрив України в умовах воєнних дій: стан, виклики, заходи з відновлення: монографія; за ред. С.А. Балюка, А.В. Кучера, М.І. Ромащенка. Київ: Аграрна наука, 2024. 340 с.

15. Диняк О.В., Кошлякова І.Є. Потенційна небезпека для довкілля та населення від нафтохімічного забруднення геологічного середовища внаслідок бойових дій. *Екологічні науки.* №6(51). 2023. С. 136-141. DOI: https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.6-51.22

16. Зайцев Ю.О., Грищенко О.М., Романова С.А., Зайцева І.О. Вплив бойових дій на вміст валових форм важких металів у ґрунтах Сумського та Охтирського районів Сумської області. *Агроекологічний журнал.* 2022. №3. С. 136-149.

17. Захист і відновлення екологічної рівноваги та забезпечення самовідновлення екосистем. Колективна монографія. За заг. ред. Т.О. Чайки. Вид-во ПП «Астрая», 2023. 308 с.

18. Київщина. Місця пам'яті: меморіальний комплекс «Янголи Перемоги» у Мощуні. Електронне джерело. URL: https://imr.gov.ua/kyyivshhyna-mistsya-pam-yati-memorialnyj-kompleks-yangoly-peremogy-u-moshhuni/

19. Коломієць Л., Шевченко І., Повидало В., Терещенко О., Шквир І. Заходи з відновлення земель сільськогосподарського призначення порушених унаслідок воєнних дій. *Вісник аграрної науки,* 101(10). 2023. С. 55-61. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202310-08

20. Кононенко В.П., Новікова Л.В. Вплив регіональних збройних конфліктів на міжнародну екологічну безпеку. *Альманах міжнародного права*. 2020, №24. С. 214-221.

21. Кучер А.В. Оцінка впливу бойових дій на ґрунти та заходи з відновлення їх родючості. *Актуальні проблеми економіки.* №10 (280). 2024. С. 220-233. https://doi.org/0.32752/1993-6788-2024-1-280-220-233

22. Макаренко Н.А., Строкаль В.П., Бережняк Є.М. та ін. Вплив російської воєнної агресії на природні ресурси України: аналіз ситуації, методологія оцінювання. *Наукові доповіді НУБіП України. Вип. 4 (98).* 2022. С. 1–31. DOI: http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.04.003

23. Місінкевич Л.Л., Місінкевич А.Л. Правові проблеми охорони та відновлення земель під час дії воєнного стану в Україні. *Університетські наукові записки.* №5-6 (89-90), 2022. С. 27-34.

24. Нонік Л.Ю., Пацева І.Г., Пічкур Т.В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. *Екологічна безпека та технології захисту довкілля.* 2023. №4. С. 40-47.

25. Покальчук М.Ю., Марачук А.В., Шулепова О.О. Правове забезпечення заходів повоєнного відновлення земельних ресурсів України. *Аналітично-порівняльне правознавство.* 2024. С. 455-461. DOI: https://doi.org/10.24144/2788-6018.2024.06.74

26. Пошкоджена земля: як відновити родючість ґрунту після бомбардувань та пожеж? (28.07.2022). URL: https://www.agrilab.ua/poshkodzhena-zemlya-yak-vidnovyty-rodyuchist-gruntu-pislya-bombarduvan-ta-pozhezh

27. Сакун А.О., Кутковий Д.О. Оцінка впливу наслідків військових дій на ґрунти. *Екологічні науки*. – 2025. – №1 (58). С. 350-353.

28. Солоха М.О., Коньшин Р.В., Дегтярьов В.В. Ідентифікатори впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив за супутниковими даними. *Таврійський науковий вісник.* 2024. №137. С. 235-244. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.29

29. Спосіб одержання хелатно-гуматного препарату Смарагд з удобрювально-стимулюючим ефектом для поліпшення екологічного стану системи ґрунт-рослина. Самохвалова В.Л. (UA): пат. на корисну модель 135145 UA, МПК (2006): C05B 11/02 (2006.01), G01N33/24 (2006.01), Бюл. №12. 7 с.

30. Стан і завдання наукового забезпечення управління ґрунтовими ресурсами на етапі збройної агресії та післявоєнного відновлення: моногр.; за ред. С.А. Балюка, А.В. Кучера. К., *Аграрна наука,* 2023. 168 с. DOI: https://doi.org/10.31073/978-966-540-590-0

31. Стратегія розвитку Гостомельської селищної територіальної громади на 2025-2027 рр. Гостомель. 2025. 154 с.

32. Строкаль В.П., Бережняк Є.М., Наумовська О.І., Вагалюк Л.В., Ладика М.М., Сербенюк Г.А., Паламарчук С.П., Павлюк С.Д. Вплив російської агресії на стан природних ресурсів України: монографія. За заг. ред. В.П. Строкаль. Київ. Вид. центр НУБіП України. 2023. 218 с. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u341/monografiya-ostanniy_variant_isbn_5.pdf

33. Філатов В.М., Руденко Д.М., Крайнюков О.М. Деградація ґрунтів у контексті збройного конфлікту: концептуальна модель. Український журнал природничих наук №13. 2025. С. 340-348. DOI https://doi.org/10.32782/naturaljournal.13.2025.32

34. Чайка Т.О., Короткова І.В. Відновлення родючості ґрунту в Україні після воєнних дій. Захаист і відновлення екологічної рівноваги та забезпечення

самовідновлення екосистем. Колективна монографія. За заг. ред. Т.О. Чайки. Вид-во ПП «Астрая». 2023. С. 232-281. URL: https://www.researchgate.net/publication/367541386_Vidnovlenna_roducosti_gruntu_v_Ukraini_pisla_voennih_dij_Restoration_of_soil_fertility_in_Ukraine_after_hostilities

35. Bai J., Zhao X. Ecological and human health risks of heavy metals in shooting range soils: a meta-assessment from China. *Toxics*. 2020. Vol. 8(2). Art. 32. DOI: https://doi.org/10.3390/toxics8020032

36. Belnap J., Eldridge D. J. Disturbance and recovery of biological soil crusts. Biological soil crusts: structure, function and management / eds. J. Belnap, O. L. Lange. Heidelberg: Springer-Verlag, 2001. P. 365–386. (PDF) Відновлення родючості ґрунту в Україні після воєнних дій / Restoration of soil fertility in Ukraine after hostilities. Available from: https://www.researchgate.net/publication/367541386_Vidnovlenna_roducosti_gruntu_v_Ukraini_pisla_voennih_dij_Restoration_of_soil_fertility_in_Ukraine_after_hostilities [accessed Apr 10 2026].

37. Biyashev, B., Drobitko, A., Markova, N., Bondar, A., Pismenniy O. (2023). Chemical analysis of the state of Ukrainian soils in the combat zone. International Journal of Environmental Studies, 81(1), 199-207. DOI: https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2271754.

38. Bulba I., Drobitko A., Zadorozhnii Yu., Pismenniy O. Identification and monitoring of agricultural land contaminated by military operations. Scientific Horizons. Vol. 27. No. 7, 2024. 107-117.

39. Certini G., Scalenghe R., Woods W. I. The impact of warfare on the soil environment. Earth-Science Reviews. 2013. Vol. 127. P. 1-15.

40. Cherepanova K., Chomko D., Dyniak O. Approaches to the extraction of liquid petroleum products to eliminate groundwater pollution. Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspect: Abstract of 20th International Conference, 2021, Kiev, Ukraine, 2021. P. 1–5.

41. Dregne H. E. Soil and soil formation in arid regions. Environmental effects of off-road vehicles /eds. R. H. Webb, H. G. Wilshire. New York: Springer-

Verlag, 1983. P. 15–30. (PDF) Відновлення родючості ґрунту в Україні після воєнних дій / Restoration of soil fertility in Ukraine after hostilities.

42. Kiernan K. Geodiversity also needs protection during armed conflicts. URL: https://ceobs.org/geodiversityalso-needs-protection-during-armed-conflicts

43. Mhanna, S., Halloran, L. J., Zwahlen, F., Asaad, A. H., & Brunner, P. (2023). Using machine learning and remote sensing to track land use/land cover changes due to armed conflict. *Science of the Total Environment*, *898*, 165600. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165600

44. Platsuk L., Ibragim A. N. Recovering of the destroyed soils after the Iraq war. *Екологічна безпека*. 2012. №2(14). С. 37-40

45. Strokal V., Berezhniak Y., Naumovska O., Vahaliuk L., Ladyka M., Pavliuk S., Palamarchuk S., Serbeniuk H. (2024). Natural resources of Ukraine: consequences and risks of Russian aggression. Biological systems: theory and innovation. Vol. 15(1). 37-60. DOI: http://dx.doi.org/10.31548/biologiya15(1).2024.004.

46. Yakymchuk A., Balanda O. Assessment of soil contamination of Ukraine with heavy metals during the war. Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization & Management. 2024. Vol. 196. P. 667–685. DOI: https://doi.org/10.29119/1641-3466.2024.196.45.

47. Виклики та перспективи екологічної реабілітації земель від наслідків військових дій. Електронне джерело. URL: https://niss.gov.ua/doslidzhennya/natsionalna-bezpeka/vyklyky-ta-perspektyvy-ekolohichnoyi-reabilitatsiyi-zemel-vid

48. Найбільшого впливу війни серед північних регіонів зазнали сільгоспугіддя Київщини та Чернігівщини. Електронне джерело. URL: https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/4113495-najbilsogo-vplivu-vijni-sered-pivnicnih-regioniv-zaznali-silgospugidda-kiivsini-ta-cernigivsini.html

Додатки

Додаток А

Тези по темі бакалаврської роботи

УДК 631.41:355:502.521](477-41)

ОЦІНКА НАСЛІДКІВ БОЙОВИХ ДІЙ НА ГРУНТОВИЙ ПОКРИВ В ОКОЛИЦЯХ СЕЛИЩА МОЩУН БУЧАНСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Дідковський М.А., студент 4 курсу, факультету захисту рослин, біотехнологій та екології

Бережняк Є.М., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри екології агросфери та екологічного контролю

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Повномасштабне вторгнення рф в Україну, яке триває вже понад 4 роки, спричинило великі руйнування, пошкодження, пожежі, засмічення і забруднення усіх видів природних ресурсів [1]. Не є виключенням і ґрунти, які теж зазнали суттєвого негативного впливу у тих регіонах, де відбувалися бойові дії. За даними Міністерства економіки, довкілля і сільського господарства станом на квітень 2026 року земельні ресурси нашої держави сильнопорушені і ззовні нагадують жахливий полігон щодо випробування різних видів озброєння. Слід відмітити, що загальні збитки станом на початок квітня 2026 року становлять 45 млрд 055 млн 223 тис. грн через засмічення земель, а також 12 млн 454 тис. грн через забруднення ґрунтів.

Багато вчених серед яких Є. Бережняк та ін. [2], В. Богданець та ін., [3], Є. Бутенко та ін. [4], досліджують питання впливу воєнних дій на фізичні параметри ґрунтів. Так, унаслідок механічного впливу військової техніки, опісля вибухів та внаслідок порушень інженерної інфраструктури відбувається порушення структури ґрунту. Часто-густо після вибухів утворюються воронки, які змінюють мікрорельєф поля, лісу, природних масивів і відбуваються деформації ґрунту та переміщення шарів. Багато солдатів змушені рити окопи, бліндажі, траншеї з метою захисту особового складу. Всі ці дії зумовлюють суттєві ґрунтові порушення та прискорюють розвиток ерозійних процесів.

За даними С.А. Балюка [5], проходи та маневри руху військової техніки викликають ущільнення ґрунтів. При цьому відбуваються зміни гідравлічних властивостей ґрунтів, що робить агроландшафти більш уразливішими до процесів водної ерозії. Такі активні зони можна ідентифікувати, аналізуючи космознімки високої просторової роздільної здатності. Встановлено, що, загальна площа зон потенційного ущільнення на досліджуваних територіях вченими у Харківській області досягає 3 тис. 412 га, більша частина яких знаходиться вздовж попередньої лінії розмежування у південній частині області.

Мета роботи полягала у дослідженнях впливу бойових дій на ґрунтовий покрив агроландшафтів в околицях села Мощун Бучанського району Київської області.

Встановлено, що рух важкої військової техніки та різноманітні її маневри сприяють помітному ущільненню дерново слабкопідзолистого супіщаного ґрунту на алювіальних відкладах. Так, у коліях після проходу танків та інших видів бойової техніки щільність складення ґрунту у шарі 0-10 см становила 1,58 ± 0,03 г/см^3, а у шарі 10-20 см – 1,74 г/см^3, у той час, як на контрольній ділянці щільність складення сягала 1,41 ± 0,04 г/см^3 та 1,48 ± 0,02 г/см^3. Слід відмітити, що певне ущільнення відмічалося і з поверхні ґрунту обабіч кратерів, утворених від різного виду озброєння. Так, обабіч великої вирви від авіаційної бомби, що мала діаметр понад 10 м, у шарі 0-10 см щільність складення становила 1,63 ± 0,07 г/см^3., а на контролі без порушень – 1,44 ± 0,05 г/см^3. Характерні екологічні наслідки для ґрунту від його ущільнення полягають у надмірному закупорюванні пор, що обмежує доступ руху води опадів та повітрю проникати у нижні шари, через що можуть страждати рослини.

Військові дії суттєво впливають на рівень вбирання води ґрунтом. Дослідження показали, що у коліях від руху військової техніки середній показник вбирання води ґрунтом становив 10,3 мм/хв і оцінювався, як добрий. Натомість обабіч вирви, де відбулися порушення складу ґрунту та перемішування його шарів, вбирання води було ліпшим і становило 13,5 мм/хв. На контрольній ділянці у заплаві річки Ірпінь цей показник сягав 15,2 мм/хв і оцінювався, як високий. У кратерах також зафіксовано і розвиток водної ерозії, оскільки добре проявилися водорівчаки, а об'єми від змитого ґрунту можна виміряти мірною стрічкою.

Список використаних джерел:

1. Строкаль В.П., Бережняк Є.М., Наумовська О.І., Вагалюк Л.В., Ладика М.М., Сербенюк Г.А., Паламарчук С.П., Павлюк С.Д. Вплив російської агресії на стан природних ресурсів України: монографія. За заг. ред. В.П. Строкаль. Київ. Вид. центр НУБіП України. 2023. 218 с.

2. Бережняк Є.М., Бондарь В.І., Наумовська О.І., Ракоїд О.О., Клепко А.В., Ладика М.М., Лазарєв М.М., Дем'янюк О.С. Аналіз прояву деградаційних процесів ґрунтового покриву Київської області за впливу воєнних дій. Збалансоване природокористування. №4. 2024. С. 116-128. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2025.324377

3. Богданець В.А., Носенко В.Г. Індикатори сталого розвитку безпеки використання земель та оцінка розвитку деградаційних процесів ґрунтового покриву з використанням геоінформаційних моделей. Землеустрій, кадастр та моніторинг земель, 2022. №3. С. 83-92.