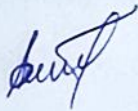


Міністерство освіти та науки України  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
ННІ «Інститут геології»  
Кафедра геоінформатики

Кваліфікаційна робота бакалавра  
спеціальність 193 – Геодезія та землеустрій  
освітня програма: «Оцінка землі та нерухомого майна»

ТЕМА: «Дослідження впливу військових дій на фізичні параметри ґрунтового покриву»

Виконала



студентка 4-го курсу  
кафедри геоінформатики  
Тесленко Анна Олегівна

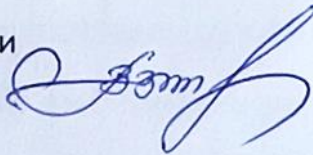
Науковий керівник



доктор сільськогосподарських наук,  
доцент  
Трофименко Петро Іванович

Робота рекомендується до захисту (протокол № 14 номер протоколу засідання  
кафедри геоінформатики від ввести дату) 13.06.23р.

Завідувач кафедри



доктор технічних наук, професор  
Зацерковний Віталій Іванович

Київ – 2023

## Зміст

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ ТА СКОРОЧЕНЬ</b> .....	7
1. ЗАГАЛЬНА ВІДОМІСТЬ ПРО СУМСЬКУ ОБЛАСТЬ.....	9
2. ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ.....	12
2.1. Земельні ресурси Сумської області .....	19
2.2. Ґрунти Сумської області .....	21
3. ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ.....	25
3.1. Типи порушень внаслідок бойових дій .....	25
3.2. Визначення територій з пошкодженням ґрунтовим покривом.....	31
3.3. Дослідження зміни рослинності на пошкоджених землях .....	37
4. ДОСВІД ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ В КРАЇНАХ СВІТУ .....	42
4.1. Країни Європи.....	42
4.1.1. Франція .....	42
4.1.2. Великобританія .....	45
4.1.3. Хорватія.....	47
4.1.4. Німеччина .....	49
4.2. Країни Північної Америки .....	52
4.2.1. Канада.....	52
4.2.2. Сполучені штати Америки.....	54
ВИСНОВКИ .....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	60

## ВСТУП

Земельні ресурси є найважливішою складовою природокористування. Інтенсивність їх використання зумовлена тим, що це багатофункціональна складова, наприклад, у сільському господарстві, лісовому господарстві, у містобудівній галузі тощо.

Україна є однією із держав, яка має найбільш розорені землі. Сільськогосподарські угіддя займають 70,5% загальної площі країни, з них 57% — рілля (в окремих регіонах — до 86%) (З.П.Паньків (2008). *Земельні ресурси*).

Інтенсивний розвиток сільського господарства призводить до збільшення антропогенного навантаження на цей тип земель, особливо на ґрунтовий покрив: зниження продуктивності ґрунтів, руйнування та деградації. Також, чималі екологічної шкоди завдають земельним ресурсам викиди промисловості, відходи, недосконале використання хімічних концентратів у агропромислових комплексах, війна.

На жаль, Україна зараз переживає скрутне становище через військові дії на її території, частина земель знаходиться в тимчасовій окупації, а інші землі щоденно потерпають від обстрілів загарбників, які знищують критичну інфраструктуру, житло, об'єкти культури та заклади освіти, але в першу чергу наші родючі ґрунти. Відновлення ґрунтів буде тривати чимало часу та потребувати великих затрат.

Після повномасштабного вторгнення російської федерації на українські землі з'явився порівняно новий термін, як екоцид. Екоцид – це масове знищення рослинного та тваринного світу, отруєння водного середовища та атмосфери, тобто, навмисне завдання шкоди навколишньому середовищу (*Економічна правда. Врятувати українські землі, 13.05.2023*).

Під час вибухів ракет, артилерійських снарядів, авіабомб відбувається знищення верхнього родючого шару ґрунту, який формується протягом століть. Через вибух снаряда будь-якого типу відбувається викид чадного газу, вуглекислого газу, водяної пари, закис азоту, діоксид азоту і ще великої кількості токсичної речовини. Війна прискорює процес втрачання родючості ґрунтів (*Суспільне. Поля у вогні, 23.01.2023*).

**Актуальність питання.** 24 лютого 2022 року назавжди змінило життя всього українського народу. Колони важкої техніки, свист ракет та відчуття спустошення, ось як запам'ятався людям, звичайний, на перший погляд, четвер останнього зимового місяця. З початку повномасштабного вторгнення було окуповано чимало території України, багато людей були змушені покинути свої домівки в невідомості коли повернуться назад або залишають її назавжди, ніхто навіть не був впевнений у завтрашньому дні. Довкілля також стало заручником воєнних дій, які відбуваються нині на території України, а саме тваринний та рослинний світ, водні об'єкти повітря, заповідні території та ґрунт. Наслідком вплив військових дій можуть мати не лише локальний характер, але й перерости в глобальний з великими збитками.

Найбільше природне багатство України це родючі ґрунти, які під час війни є найвразливішою екосистемою та зазнають значної шкоди через проїзд важкої техніки, вибуху снарядів, зведенням оборонних споруд та викопуванням траншей, замінуванням територій. Під впливом всіх цих факторів відбувається деградація ґрунтового покриву, наприклад забруднення, ерозія, переущільнення, втрата поживних речовин та родючості. Відновлення ґрунтів займає доволі багато часу, а саме приблизно 1 сантиметр на 100 років. Тому, вкрай важливо оцінити землі, які зазнали пошкодження та знайти об'єктивні підходи, щоб пришвидшити їх відновлення та повернути до користування.

**Метою** дипломної роботи є дослідження впливу військових дій на фізичні параметри ґрунту. За допомогою методів ДЗЗ потрібно виявити пошкоджені території та ідентифікувати на них воронки, встановити їх розміри та кількість на місцях, які були обрані для проведення дослідження.

**Об'єкт дослідження:** вплив військових дій на фізичні параметри ґрунту.

**Предмет дослідження:** ґрунти, які зазнали пошкодження під час військових дій.

**Завдання:**

- зробити аналітичний аналіз літератури, щодо впливу військових дій на природне середовище;
- проаналізувати типи порушень ґрунтів під час бойових дій;
- розробити алгоритм визначення пошкоджених територій та ідентифікувати воронки від снарядів, їх кількість та розміри за допомогою методів ДЗЗ;
- дослідити зміну стану рослинності на території, які зазнали пошкодження;
- проаналізувати досвід відновлення ґрунтів країн Європи та Північної Америки після Першої та Другої світової війни.

## ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ ТА СКОРОЧЕНЬ

Агрокліматичне районування – поділ території за агрокліматичними умовами ( світло-, тепло- та вологозабезпеченість території) вирощування сільськогосподарських культур

Агроландшафт – ландшафт, основою, якого є сільськогосподарські угіддя та лісові насадження

Боєприпаси - складова частина озброєння

Бонітування – порівняльна оцінка якості ґрунтів за родючістю певних сільськогосподарських культур

Вилуговання ґрунтів – процес розчинення та вимивання солей лужних катіонів із ґрунтового покриву, внаслідок чого ґрунтове середовище підкислюється

Вирва – кратер, який утворюється внаслідок вибуху, що супроводжується руйнуванням і переміщенням гірської породи

Водопроникність ґрунту – здатність ґрунтів поглинати та пропускати воду

Детонація – хімічне перетворення вибухової речовини, яке супроводжується горінням

Екоцид – навмисне нанесення шкоди довкіллю, що створює загрозу життю населення

Ерозія ґрунтів – процес руйнування верхніх родючих горизонтів ґрунтів

Земельні ресурси – землі, які систематично використовуються для потреб певного господарства

Картосхема – спрощена карта, зазвичай без координатної сітки, дуже приблизна за контуром, умовна картографічна модель, яка відображає основні риси

Оглеєння – біохімічний процес, який утворює глей

Осолодіння – процес руйнування мінеральної речовини ґрунту під дією лужних розчинів

Період вегетації – період активної життєдіяльності рослини

Радіонукліди – група радіоактивних ізотопів хімічних речовин природного та штучного походження

Фізичні властивості ґрунту – сукупність властивостей, які характеризують стан ґрунту внаслідок певних фізичних впливів

Фортикаційні споруди – це спеціальні споруди, які в першу чергу захищають від ураження та забезпечує виконання бойового завдання

Атомна електростанція – АЕС

Геологічна служба США – USGS

Дистанційне зондування землі – ДЗЗ

Європейський союз – ЄС

Земельний фонд України – ЗФУ

Національна академія аграрних наук України – НААН

Нормалізований диференційний вегетаційний індекс – NDVI

Об'єднана територіальна громада – ОТГ

Організація Північноатлантичного договору – НАТО

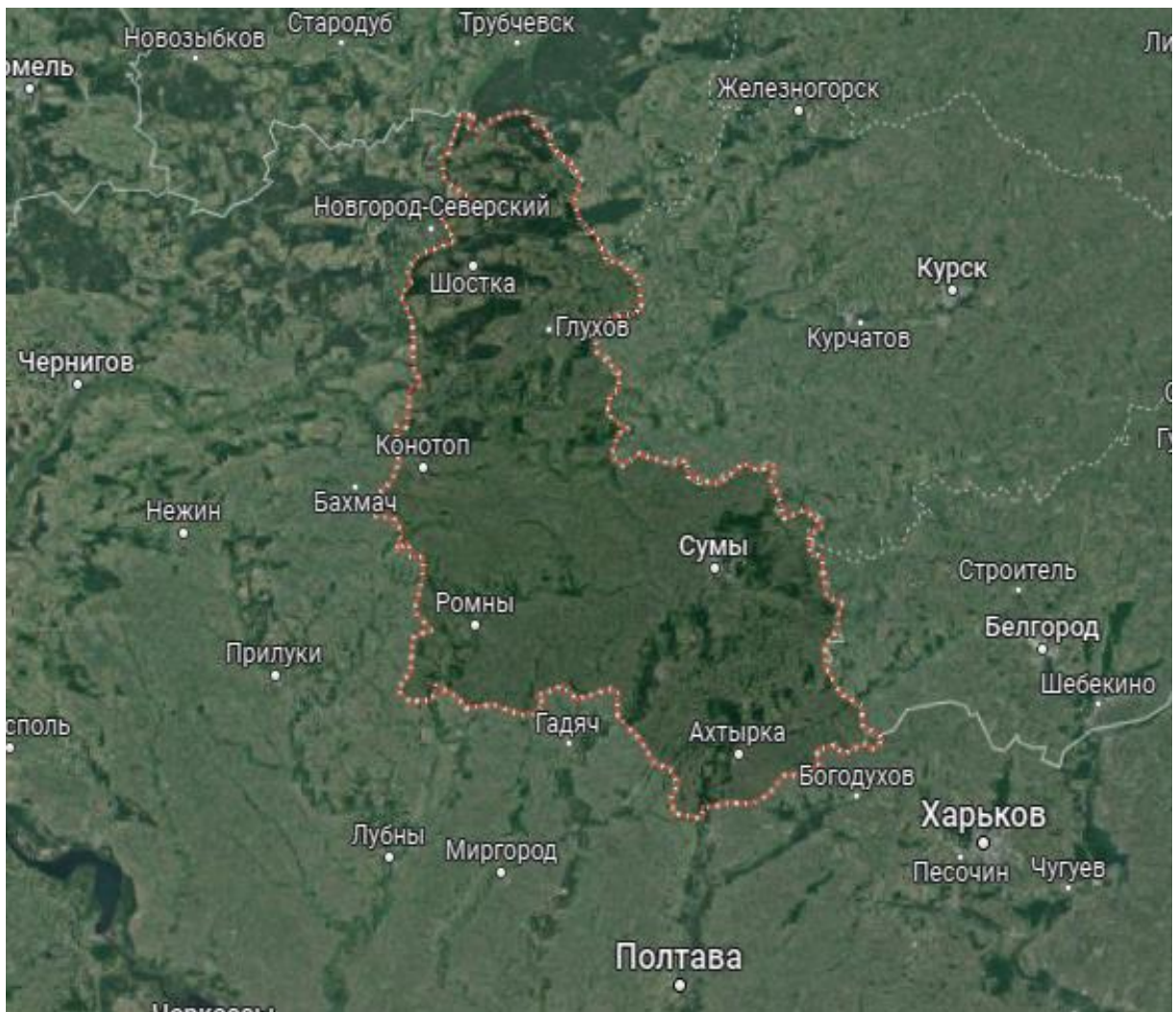
Російська Федерація – РФ

Сільськогосподарські угіддя – с/г угіддя

Сполучені Штати Америки – США

## 1. ЗАГАЛЬНА ВІДОМІСТЬ ПРО СУМСЬКУ ОБЛАСТЬ

Сумська область розташована на північному сході України, протяжність якої сягає 200 км з півночі на південь і 170 км зі сходу на захід. На півдні та на південному сході Сумська область межує з Полтавською та Харківською областями, а на заході з Чернігівською областю (А.О. Корнус, І.В. Удовиченко, Г.Г. Леонтєва (2010). *Географія Сумської області: природа, населення, господарство*).



**Рис.1.1 – Знімок Сумської області з електронного ресурсу GoogleMaps.**

Сумська область поділяється на 5 районів: Сумський, Конотопський, Шосткинський, Охтирський та Роменський райони, які поділяються на 51 ОТГ.

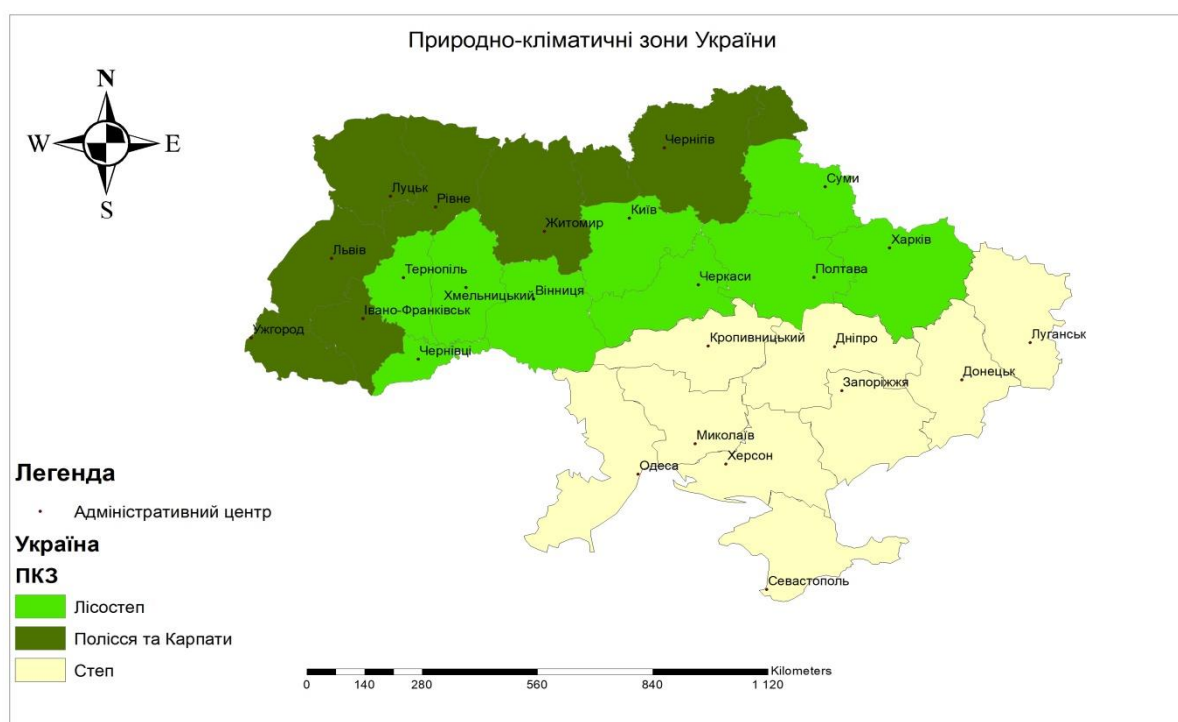


***Рис.1.2 – Картосхема Сумської області з межами районних центрів (власна розробка на основі розпорядження Кабінету міністрів України від 12.06.2020 про визначення адміністративних центрів та затвердження територій територіальних громад Сумської області )***

Рельєф області рівнинний із середніми позначками висоти 140-180 метрів.

Поверхня території досить рельєфна, яка є хвилястою рівниною, розчленована широкими долинами численних річок, ярами та балками.

За особливостями рельєфу територія поділяється на 3 геоморфологічні зони: Поліську низовину, Полтавську рівнину і Середньоросійську височину. Поліська низовина, що займає крайню північну частину Сумської області, є заниженою рівнинною територією. Близько половини площі низовини, які знаходяться в межах області потрапляє у долину річки Десни. Центральна і південно-західна частини області розташовані на Полтавській рівнині. Рівнина обмежена річкою Сейм на півночі та виходить за межі регіону на південь і захід. Південно-східна частина області та територія між Поліською низовиною та річкою Сейм розташовані на схилах Середньоросійської височини (А.О. Корнус, В.В. Чайка. (2006). *Геоморфологічна будова Сумської області*).



**Рис.1.3 – Природно-кліматичні зони України (власна розробка на основі електронного ресурсу: <https://osvita.ua/vnz/reports/geograf/26096/>)**

Як бачимо з картосхеми Сумська область знаходиться у двох природно-кліматичних зонах: Полісся і Лісостеп. Більша частина області розташована в

лісостеповій зоні, є сприятливим для розвитку сільськогосподарського виробництва.

Загальна площа лісів лісового фонду області становить 448,5 тис. га, в тому числі покритих лісом 387 тис. га. Тваринний світ регіону представлений 370 видами тварин класу ссавців. В області налічуються значні мисливські угіддя, що допомагає розвиненню мисливського та рибальського туризму. Природно-заповідний фонд області включає 182 природні території та об'єкти, що особливо охороняються, загальною площею понад 156,2 тис. га, у тому числі заповідник, національний природний парк, заказники, пам'ятники природи, дендрологічний парк, які займають 6,5% територія області (*Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області, 2015*).

На території області розташовано 294 родовища 21 виду корисних копалин. Серед них найважливіше місце займає паливно-енергетична сировина – нафта, природний газ, конденсат, торф, частка яких перевищує половину всіх ресурсів мінерально-сировинної бази. Область досить багата на неметалеві корисні копалини: фосфорити, кам'яну та калійну солі, сірку, кварцити, крейду, гіпс, вапняки, мергель, скляні піски, вогнетривкими та важкотопними глинами, мінеральними фарбами (переважно вохра).

Сумська область має досить розвинений виробничий потенціал і входить до першої десятки регіонів України за рівнем техногенного навантаження на територію.

Виробництво продовольчого зерна, цукрових буряків, озимого та ярого ріпаку, редьки олійної, соняшнику, льону, конопель, зернових культур, картоплі є пріоритетним напрямком для Сумської області в рослинництві (*І.В. Удовиченко. (2006). Сумська область: Географічний атлас: Моя мала Батьківщина*).

## **2. ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ**

Україна – одна з найбільших держав світу. Посідає друге місце в Європі за площею - 603,7 кв. км. Природні ресурси України значні та різноманітні, відносно добре вивчені, інтенсивно освоюються та використовуються в господарській діяльності. Значна територіальна концентрація виробництва та населення, високий розвиток продуктивних сил, вигідне економічне та географічне положення та унікальність продуктивних сил в які входять мінеральні, земельні та рекреаційні сприяє цьому (*Україна сьогодні, 02.02.2023*).

Природні умови, до яких належать клімат, рельєф, геологічна будова, географічне положення, можуть в одному випадку гальмувати розвиток суспільного виробництва і вважатися несприятливими для людини, а в іншому створювати сприятливі умови для технічного і матеріального прогресу: звичайна вологість повітря, достатня річна вологість, сума позитивних температур, родючість рівнинного ґрунту, наявність певних природних ресурсів, а також корисних копалин можуть бути одним із головних стимулів, поштовхом для розвитку економіки регіону та країни в цілому. Природні умови істотно впливають насамперед на людину, яка буде працювати, структуру народного господарства країни, регіону, види виробництва в залежності від природних умов. Наявність або відсутність певних природних умов визначає розміщення продуктивних сил на території. Але іноді у зв'язку зі зміною природних умов виникає необхідність перерозподілу продуктивних сил на території країни.

Природні ресурси – це елемент продуктивних сил, який спрямований на працю людини. Критерії економічної віддачі ресурсів порівнюючи витрати на їх розробку та перероблення використовують при визначеннях рентабельності або збитковості природних ресурсів. Ці витрати залежать від типу ресурсу, його розташування та корисного вмісту. Вони не постійні, а залежно від об'єктивних економічних обставин, можуть збільшуватися або зменшуватися.

З точки зору економіки вони виражають категорію оборотних засобів, тобто тієї частини виробничих фондів, яка повністю споживається у кожному

виробничому циклі і повністю передає свою вартість створюваним продуктам і для продовження виробництва відтворюється як формою і вартістю після кожного циклу.

Слід зазначити, що яким би природно-ресурсним потенціалом не володіла країна, регіон чи територія, найважливішим критерієм його корисності є економічна оцінка, тобто можливість витратити його якомога менше, але отримати від нього максимальну користь та не завдати великої шкоди природно-територіальному комплексу (Гончар О. В. (2001). *Земля України. Агро світ.*)

Природно-ресурсний потенціал багатокomпонентний. Слід виділяти такі компоненти: мінеральні, земельні, водні, лісові, біологічні, рекреаційні, кліматичні, космічні ресурси.

За ступенями виснаження природних ресурсів або, як її називають інакше – екологічною класифікацією, поділяють їх на такі види:

- невичерпні, до яких належать сонячна радіація, вода, енергія вітру тощо;
- ресурси, які вичерпані, але мають властивість відновлюватися до них належать такі природні ресурси, як ґрунтовий покрив, водні ресурси, лікувальні грязі, рослинне паливо тощо;
- вичерпний невідновлювані: мінеральна сировина, природні будівельні матеріали.

Економічна класифікація природних ресурсів заснована на їх розподілі на ресурси: виробничі та невиробничі, галузеві та міжгалузеві, промислові та сільськогосподарські, одно цільові та багатоцільові за призначенням.

Для розміщення населених пунктів, об'єктів господарювання, а також основних фондів виробництва, тобто сільського та лісового господарства, територіальною базою для розміщення виступають земельні ресурси. Усі землі в

Україні належать до земельного фонду і становлять єдиний державний фонд, незалежно від їх цільового призначення, господарського використання чи особливостей правового режиму. Від властивостей ґрунту, клімату, соціально-економічних умов господарювання, розвитку науки й техніки залежить тривалість використання і рівень якості та продуктивності ґрунтів. Врахування біологічних вимог, щодо вирощування культур до тепла та вологи є теоретичною основою високої продуктивності ґрунту.

Враховуючи потреби сільськогосподарських культур в теплі, опадах та в агрокліматичному районуванні території України, можна зробити висновок, що на північному заході можуть рости найбільш теплолюбні орні культури ячмінь, овес, озима пшениця, а також зерно, на південному заході та південному сході більш вимогливі до тепла, тому тут можна вирощувати кукурудзу і соняшники.

На продуктивність ґрунту істотний вплив має сучасна структура посівних площ, яка не завжди відповідає біологічним вимогам культур до ґрунтово-кліматичних умов. Урожайність сільськогосподарських культур певною мірою залежить від рівня потенційної родючості та вологозабезпеченості території. Виявлено загальну закономірність: найменші врожаї отримують на бідних дерново-підзолистих ґрунтах Полісся, найвищі — на потенційно родючих ґрунтах Степової зони недостатнього зволоження та на потенційно родючих ґрунтах Лісостепу з достатнім і нестійким зволоженням.

Найголовнішим фактором виробництва та своєрідною базою економічного розвитку є геополітичне положення України та її високий земельно-ресурсний потенціал, який зумовлює провідну роль земельного фонду як одного з важливих ресурсів держави.

Земельний фонд України складає 60,4 млн га і складається із земель різного функціонального призначення, бонітету та правового статусу. На початок 1998 фактична площа земель становила 57,9 млн га; її сільськогосподарська освоєність досягла майже 70,0 %, ріллі — 57,1 %; частка орних земель у загальній площі

сільськогосподарських угідь перевищила 79% (*Земельні ресурси України та їх використання, 2011*).

Земельний фонд України класифікує землі за цільовим призначенням та функціональним використанням:

- сільськогосподарські угіддя (41,9 млн га, або 69,4% земельного фонду);
- ліси та лісовкриті площі (10,4 млн га, або 17,2%);
- землі на яких розташоване підприємство та об'єкти транспорту, житлові квартали та вулиці тощо (2,3 млн га, або 3,8%);
- землі, що покриті поверхневими водами, (2,4 млн га, або 4%);
- інші землі (3,4 млн га, або 5,6%).

Близько 10% ріллі займають опідзолені й деградовані чорноземи, 2,5% - солонуваті ґрунти, 6% - чорноземи та дерново-чорноземні ґрунти на піщаних та супіщаних ґрунтах. Підзолисті ґрунти займають 7% ріллі, підзолисті ґрунти займають 5%. Близько 7% ріллі зайнято сірими лісовими ґрунтами. Також поширені каштанові, лугові ґрунти, бурі ґрунти та ін.

Загальна оцінка потенціалу земельних ресурсів України (за розрахунками В.П. Руденка) складає 13946,3 млн грн.

За землекористувачами земельний фонд України розподіляється за такими співвідношеннями:

- державні та колективні сільськогосподарські підприємства, кооперативи, акціонерні товариства, фермерські господарства — 46,7 млн га, або 77,3% земельного фонду;
- лісгосподарські підприємства — 7,2 млн га, або 11,9%;
- підприємства промисловості, транспорту, зв'язку та ін. 2,1 млн га, або 3,5%;
- заклади освіти та науки, культурні об'єкти та установи охорони здоров'я та інше — 0,2 млн га, або 0,3%;
- природоохоронні та рекреаційні установи — 0,3 млн га, або 0,5%;

- водогосподарські підприємства — 0,5 млн га, або 0,8%;
- житлово-експлуатаційні організації — 0,1 млн га, або 0,2%;
- землі державної власності — 3,3 млн га, або 5,5% (Колесник І. А. (2001)).

*Ефективність використання земельних ресурсів).*

На жаль, сьогоденне використання земельних ресурсів в Україні не відповідає сучасним вимогам раціонального використання природних ресурсів. Негативний вплив на стійкість агроландшафту переобумовлює порушення екологічно допустимого відношення ріллі, природних кормових угідь, лісових насаджень. Площа ріллі є найвищою у світі, досягаючи 56 відсотків території країни та 80 відсотків сільськогосподарських угідь. Інтенсивне використання сільськогосподарських земель призводить до зниження родючості ґрунтів внаслідок чого вони переущільнюються (особливо чорноземів), втрачають свою структури, порушується водопроникність та аерація, що сприяє екологічним наслідкам.

За даними показниками досліджень з ґрунту щорік виноситься 11 млн т гумусу, 0,5 млн т азоту, 0,4 млн т фосфору, 0,7 млн т калію. Щорічні екологічні та економічні втрати від ерозії ґрунту становлять 9,1 млрд грн. Земельні ресурси зазнають значних збитків навколишньому середовищу внаслідок забруднення ґрунтів промисловими викидами (важкі метали, кислотні дощі тощо) та використання хімікатів у сільськогосподарському секторі.

Органічні речовини, які були отримані в результаті діяльності великих тваринницьких комплексів і птахофабрик, а це понад 40% перетворюється з потенційних органічних добрив у джерела забруднення навколишнього середовища. Ситуація із забрудненням територій загострилася після аварії на Чорнобильській АЕС. Радіоактивними речовинами було забруднено понад 4,6 млн

га земель у 74 районах різних областей, з яких 3,1 млн га перебували в обробітку. 119 тис. га сільськогосподарських угідь, у тому числі 65 тис. га ріллі було виведено з обігу. Понад 90% продукцією важкої промисловості виробляється завдяки мінерально-сировинній базі. Мінерально-сировинний комплекс є досить розгалуженою системою, яка містить третину виробничих фондів та має близько 40% капітальних вкладень і частину трудових ресурсів. Оцінена вартість промислових запасів основних видів корисних копалин становить 14,8 трлн грн.

Україна випереджає такі розвинені країни, як США, Канада, Англія, Франція, Китай та інші за розмаїттям та багатством корисних копалин. В Україні видобувається близько 5 відсотків світових запасів корисних копалин. Гірничодобувна промисловість України щорічно виробляє продукції на суму 25-28 мільярдів доларів США (у цінах світового ринку) (Третьяк А. М. (2001). *Стан та проблеми управління земельними ресурсами в Україні*).

## 2.1. Земельні ресурси Сумської області

Земельні ресурси - це найважливіша частина природного середовища, яка характеризується простором, рельєфом, звивистими схилами, висотою, заростями, водними ресурсами, основними фондами стану лісу, а також просторою основою, щоб розмістити всі підприємств. Вони є необхідною основною умовою життя і функціонування суспільного виробництва, визначають існування і використання інших природних ресурсів (атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, рослинного і тваринного світу) *(Сталий розвиток для України. Земельні ресурси, 04.02.2023).*

Таблиця 2.1 – Земельний фонд Сумської області

Основні види земель та угідь	Сумська область	
	Усього, га	% до загальної площі території
Загальна територія	2383,2	100
1. Сільськогосподарські угіддя, з них:	1694,7	71,1
Рілля	1237,7	51,9
Перелоги	0	0
Багаторічні насадження	22,7	1,0
Сіножаті, пасовища	434,3	18,2
2. Ліси та інші лісовкриті площі	465,9	19,5
З них вкриті лісовою рослинністю	450,4	18,9
3. Забудовані землі	129,9	5,5

4.Відкриті заболочені землі	57,3	2,4
Продовження таблиці 2.1		
Основні види земель та угідь	Сумська область	
	Усього,га	% до загальної площі території
5. Землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом (піски, яри, землі зайняті зсувами, щебенем, галькою, скелями)	4,8	0,2
6.Інші землі	0	0
Усього земель(суша)	2352,6	98,7
Території, що покриті поверхневими водами	30,6	1,3

Земельний фонд Сумської області складає 2383,2 тис. га. Площа с/г угідь становить 1694,7 тис. га, це 71,1% від земельного фонду Сумської області. З цього випливає, що сільськогосподарські землі мають високий рівень опанування і надмірну розораність. Ліси та інші лісовкриті території займають 465,9 тис. га (19,5% від загальної площі). Забудовані землі Сумської області мають площу 129,9 тис. га (5,5% від загальної площі). Відкриті заболочені землі мають площу 57,3 тис. га (2,4%), а відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом (піски, яри, землі зайняті зсувами, щебенем, галькою, скелями) – 4,8 тис. га (0,2%), території, що покриті поверхневими водами 30,6 тис. га (1,3%) (Екологічний паспорт. Сумська область, 2020).

## 2.2. Ґрунти Сумської області

Територія області розташована в межах двох фізико-географічних зон: зона мішаних лісів і лісостепу, що визначає характер поширення ґрунтів, рослинності, дикої природи та ландшафтів. Зона мішаних лісів характеризується значним розвитком хвойних лісів, під якими утворилися дерново-підзолисті ґрунти, лісостепова зона — сірі лісові ґрунти, які з'явилися під дубовими лісами й чорноземами, характерними для степових угруповань. Усі ці ґрунти зараз майже повністю розорані й заселені та зайняті під землі сільськогосподарського призначення.



**Рис.2.1 – Картосхема ґрунтового покриву Сумської області (створено на основі електронного ресурсу: <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy>)**

Повсюдно в області за заплавами розвинені дернові, лучні, болотні та болотні ґрунти. Болотні ґрунти поширені в низинних і незатоплюваних районах Полісся. На перших затоплених терасах під сосновими лісами з'явилися дерново-підзолисті ґрунти легкі за механічним складом (піщані та супіщані). У результаті розвитку ерозійних процесів ці ґрунти на схилах часто певною мірою змиваються. У нижніх частинах схилів потужні змиті типи ґрунтів.

Найбільша північна частина Сумської області (Середино-Будський, Шосткинський, Ямпільський райони), входять до Лівобережного Полісся, що характеризуються розвитком комплексу дерново-, слабо- та середньопідзолистих ґрунтів, серед яких порівняно нечисленні масиви дерново-підзолистих оглеєних ґрунтів, болотних та сіро лісових.

Трохи південніше (Глухівський район, південь та південний схід Кролевецького, північ Путивльського району) до річки Сейм з'явилися сірі лісові ґрунти у вигляді рослинного покриву переважно на лесоподібних суглинках. Серед них досить великі масиви опідзолених чорноземів. (наприклад, між селами Нова Слобода та Веселе), а також значну площу мають дерново-підзолисті ґрунти. У цьому районі переважають світло-сірі та сірі лісові ґрунти.

За складом ґрунтів тут також зустрічаються подібні ґрунтові масиви на південь від річки Сейму: на північніше і західніше від міста Ромни, Тростянця та в районі села Велика Чернеччина.

Під покривом дібров залягають сірі лісові ґрунти. У дібровах з великим підліском у ґрунті активно протікають гумусні процеси. Водночас вміст кальцію в деревному опалі деревних лісів високий і все ще первинний насичення лесоподібними породами карбонатами різко припиняє розвиток підґрунтових процесів під покривом цих лісів. В результаті ці ґрунти є, так би мовити, перехідним типом від дерново-підзолистих до чорноземів.

Підтипи сірих лісових ґрунтів у межах Сумщини характерні для різних рельєфних елементів. Так, світло-сірі лісові ґрунти зустрічаються частіше на добре дренованих пагорбах, а також сірі лісові ґрунти – прерогативних схилах. Темно-сірі лісові ґрунти займають більш менш знижені плато і нижні третини пологих схилів. У разі залягання усіх цих ґрунтів на полях вони часто певною мірою є еродовані.

Сірі лісові ґрунти досить родючі й відіграють важливу роль у сільськогосподарському виробництві.

На південь від річки Сейм Сумська область розташована в межах типового лівобережного лісостепу з великим розвитком переважно потужних і вилужених чорноземів із середнім і низьким вмістом гумусу. У цих районах процеси ґрунтоутворення відбувалися на добре дренованій, пологій, хвилястій рівнині, складеної карбонатними лесоподібними суглинками. На них під степовою рослинністю з'являються чорноземи.

На відносно слабо зволужених ділянках залягають потужні карбонатні чорноземи. У цьому ґрунті карбонати знаходяться або на поверхні, або на глибині всього 2-30 см.

Чорноземи вилугувані виникли в умовах дещо більшого поверхневого зволоження, ніж чорноземи потужні. Тому карбонати в них вимиваються (вилуговуються) в більш глибокі горизонти й, як правило, знаходяться на глибині 80-90 см. Міцність цих ґрунтів також менша і становить 80-90 см. За механічним складом і хімічними властивостями ці ґрунти близькі до потужних чорноземів.

На ділянках, уражених лісовою флорою (переважно деревами), виникли опідзолені чорноземи. На глибині 100 см та більше залягають карбонати. Вміст гумусу на цих ґрунтах у верхньому горизонті коливається близько 4%.

У замкнутих заниженнях, де у весняно-осінній період спостерігається більш-менш тривалий застій поверхневих вод, виникають осолоділі чорноземи та осолоділі лучні чорноземи. Їм характерно глибоке вилугування, витіснення катіонів кальцію, магнію і натрію та заміщення їх іонами водню (осолодіння).

Внаслідок цього ґрунти мають кислу реакцію, світлий горизонт, збагачений кремнеземом, або по всьому профілю силікатний порошок та погана структура. На невеликих ділянках у глибоких безстічних заниженнях, що утворює комплекси з чорноземами та іншими ґрунти, що утворили солод, - ґрунти, в яких внаслідок тривалого поверхневого зволоження інтенсивно протікали процеси оглеєння, гідролізу та вилуговування з виносом з ґрунту результатів гідролізу.

Солоді мають кислу реакцію, але вміст гумусу досить високий. У той самий час вони характеризуються дуже несприятливими фізичними властивостями. Зараз майже весь чорнозем в область розорана та активно використовується у сільському господарстві. Активне руйнування цих ґрунтів призвело до прискорення ерозійних процесів.

Через наявності великої кількості річок значного розвитку в межах області набули заплавні ґрунти. Залежно від гідрологічного режиму річок та їх величини на території загалом зустрічаються заплави двох типів: розчленовані, в межах якої чітко простежується диференціація на морфологічні частини, і нерозчленовані, у яких така диференціація відсутня чи виражена дуже слабо. До першої належать заплави таких досить великих річок області, як Сейм, Псел, Ворскла, до другої – заплави малих річок: Сумки, Терну, Клевене (*Ґрунтово-рослинний покрив Сумської області, 03.02.2023*).

### **3. ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ**

Прояви деградації включають втрату гумусу та поживних речовин ґрунту, водну та повітряну ерозію, замулення та утворення кірки, ущільнення ґрунту, забруднення пестицидами, радіонуклідами та важкими металами, підкислення та заболочування та, перш за все, втрату біорізноманіття. Через військові дії до вже наявних проблем щоденно додаються нові.

Вже 25% ґрунтів на планеті є деградовані й виклик міжнародного значення, а не лише українська проблема.

Щорічно планета втрачає 24 мільярди тонн родючого ґрунту. І якщо ця тенденція збережеться, то до 2050 року рівень деградації земель у світі може досягти 95%.

За підрахунками фахівців НААН, ще до початку війни рівень розораності земель в Україні був одним із найвищих у світі – 54%, а в окремих регіонах – 70% і більше. Тоді як середній показник по ЄС становить 30-35%. Причинами цього є відсутність стратегій землекористування, порушення законів сільського господарства та екологічної рівноваги.

Через військові дії найбільше страждає ґрунтова екосистема. Заміновані території, бомбардування, зсуви, випалена земля, знищена військова техніка на полях призводять до довготривалої деградації навколишнього середовища (*Економічна правда. Врятувати українські землі, 2023*).

#### **3.1. Типи порушень внаслідок бойових дій**

Через військові дії утворюються декілька видів порушень на ґрунтовий покрив, а саме механічні, фізичні та хімічні. Вони призводять до руйнування структури та функцій екосистеми ґрунту, а також спричиняють погіршення фізико-геохімічних властивостей.

Детально про кожний вид порушень та його дію на ґрунт:

1. Механічна дія військового штучного навантаження полягає в механічній деформації ґрунтового покрив при прямолінійному русі колісної та гусеничної військової техніки, пересування воєнної техніки, будівництво наземних і підземних укріплень, бомбардування, розмінування територій і будівництво оборонної інфраструктури. Механічний вплив призведе до хімічного забруднення ґрунту, незворотного руйнування землі та заборони її використання. Переміщення військової техніки передбачає маневрування гусеничної та колісної техніки, яка має чималу вагу. Це переміщення в основному впливає на ущільнення ґрунту через втрату гумусу, що має прямий негативний вплив на баланс вологи в ґрунті та спричиняє вітрову і водну ерозію.

На маршрутах руху військової техніки утворюються колії та багатосмугові дороги значної глибини, які часто заповнюються водою, через що територія заболочується (*Garten Jr., C.T., Ashwood, T.L.(2004)Modeling soil quality thresholds to ecosystem recovery at Fort Benning*).



а)

б)

**Рис.3.1 – Супутниковий знімок території Охтирської територіальної громади з Google Earth Pro: а) до повномасштабного вторгнення 05.05.2021р.; б) після повномасштабного вторгнення 05.05.2022р.**

Внаслідок формування наземних і підземних фортифікаційних споруд (підземних, траншей, тунелів, зберігання паливно-мастильних матеріалів, зберігання військової техніки) відбуваються деформації ґрунтового покриву (перемішування шарів ґрунту тощо).



***Рис.3.2 – Фото окопів в зоні активних бойових дій, 2023 рік***

Це призводить до ряду небезпечних геоморфологічних процесів таких, як зсуви, заболочування, просідання та ін. Тому при будівництві укріплень необхідно враховувати глибину залягання ґрунтових вод і умови вологисті ґрунту (*Giacomo Certini, Riccardo Scalenghe, William I. (2013). Woods The impact of warfare on the soil environment.*).

2. Хімічний вплив бойових дій призводить до зміни природних параметрів ґрунтового покриву внаслідок зараження від використаної зброї та військової техніки. Багаторічна військова діяльність призводить до формування місцевих військових техногенних геохімічних аномалій з різним спектром вибухових та інших токсичних речовин, які можуть призвести на безстрокову заборону на використання цих земель.

До хімічних забруднювачів військово-техногенного походження належать: паливо, мастильні матеріали, розчинники, відходи гальванічного виробництва, залишки вибухових речовин, дезактивуючі засоби, важкі метали та їх сполуки, радіоактивні речовини. Вибухонебезпечні матеріали які використовуються належать до небезпечних речовин фізико-хімічного типу.

Використання боєприпасів з різним складом вибухових речовин та пороху, які під час горіння утворюють азот, сажу, вуглеводні, свинець та інші похідні, що несуть за собою негативний вплив на всю екосистему. Під час викиду металів у ґрунтовий покрив значну роль відіграють вибухові речовини, які містять в собі свинець та мідь.

Боєприпаси, що не розірвалися і міни несуть велику загрозу для ґрунтів протягом десятиліть. Загрозами є вивільнення токсичних речовин через корозію боєприпасів та різні ризики, пов'язані з випадковими вибухами (*Куркуль. Чи можна вилікувати ґрунт від війни, 2023*).

3. Під фізичним впливом слід розуміти зміну фізичних властивостей ґрунтового покриву внаслідок використання систем озброєння та військової техніки.

Вібраційний ефект характеризується низькими частотами коливань і їх передачі через тверді предмети, які безпосередньо контактують з робочими механізмами. Ефект вібрації виникає при виробленні енергетичних імпульсів у ході бойової підготовки виникають поодинокі імпульси вибухів боєприпасів у цільових полях і від стрільби з різних систем зброї, а також періодично шум і вібрація від роботи військової техніки.

Радіоактивне опромінення пов'язане зі збільшенням вмісту радіоактивних речовин внаслідок застосування боєприпасів зі збідненим ураном, засобів та пристроїв із джерелами іонізувального випромінювання. Можна сказати, що на сьогодні використання такої зброї на території України не зареєстровано.

Тепловий вплив супроводжується локальним підвищенням температури, в результаті чого утворюється заражене повітря, порохові гази, газоподібні продукти вибухового перетворення боєприпасів і вихлопні гази. Тепловий вплив негативно впливає на ґрунтовий покрив, спричиняючи порушення теплового та водного режимів, зміну гранулометричного складу та зміну агрегатного складу. Зміни температурного режиму ґрунту впливають на ґрунтові організми, змінюючи їхнє постачання киснем і призводячи до зменшення біорізноманіття (*Пошкоджена земля: як відновити родючість ґрунту після бомбардувань та пожеж, 2022*).

Через військові дії, які несуть за собою жахливі наслідки для всього навколишнього середовища і повністю знищує все живе, ґрунти які постраждали можуть не тільки не відновитися після завершення війни, а ще й стати найголовнішим джерелом забруднення територій, які знаходяться поруч.

Як раніше було сказано, що проїзд важкої військової техніки, будівництво військових споруд, вибухи ракет та іншої зброї несуть за собою збитки та є одними з головних чинників завданої шкоди війною, адже внаслідок цього відбувається порушення структури ґрунту та втрачається його родючість.



***Рис.3.3 – Вигляд вирв на фото зроблене за допомогою дронів військових, травень 2023р.***

Якщо не буде вживано заходів післявоєнної відбудови, то постає проблема загострення геологічних процесів таких, як ерозія, підтоплення та засолення і т.д. Це може призвести до порушення землекористування, порушення природної вологості, опустелювання, руйнацію сільськогосподарського виробництва та розвиток вітрової та водної ерозії.

### **3.2. Визначення територій з пошкодженням ґрунтовим покривом**

Військові дії, які нині відбуваються в Україні несуть за собою жахливі наслідки, як і для людей, і для навколишнього середовища. Розрив снаряду є одним із небезпечних впливів та мають руйнівний характер на території України. Після вибуху снаряд залишає після себе понівечену землю з купую отруєних речовин та уламками металу з якого складаються боєприпаси. Внаслідок цього забруднюється атмосфера, ґрунт, ґрунтові води та водойми територій, де відбувся обстріл.

На території, яка зазнала обстрілу, на місцях падіння снаряда утворюється, так звана воронка або інакше вирва – це виїмка, яка утворюється в ґрунті або твердій гірській породі під час детонації вибухової речовини в боєприпасах. Також відбувається ущільнення ґрунту, тобто частинки ґрунту стискаються разом та зменшують його поровий простір між ними.



***Рис.3.4 – Вигляд вирви на супутниковому знімку Google Earth Pro***

Утворена воронка після вибуху є фізичним порушенням ґрунту під час якого перемішуються ґрунтові горизонти, а ущільнення ґрунту обмежує здатність рослин пристосовуватися до зміни клімату, посухи та недостатньої вологи на території.

Сумщина має найдовший кордон із Росією в порівнянні з іншими та одна із перших областей, яка потерпіла від російського вторгнення 24-го лютого 2022 року і досі, зазнає обстрілів прикордонних територій з боку РФ.

На території поля площею 0,8 га в Есманської територіальної громади було виявлено 43 воронки від обстрілів РФ.



а)

б)

**Рис.3.5 – Супутниковий знімок Есманської територіальної громади з Google Earth Pro: а) до повномасштабного вторгнення (04.04.2020р.); б) після повномасштабного вторгнення (04.06.2022р.)**



**Рис.3.6 – Виділення воронки від снарядів на території Есманської громади**

На цій території воронки можна класифікувати так:

- діаметр близько 1 м, була утворена снарядом калібру 82 мм (позначено зеленим кольором, 28 воронок);
- діаметр близько 2-3 м, була утворена снарядом калібру 120 мм (2 м – позначено жовтим кольором, 9 воронок; 3 м – позначено червоним кольором, 6 воронок).

На території поля площею близько 2 га Зноб-Новгородської територіальної громади було виявлено 32 воронки від снарядів, якими обстрілюють з території РФ.



а)

б)

**Рис.3.7 – Супутниковий знімок Зноб-Новгородської територіальної громади з Google Earth Pro: а) до повномасштабного вторгнення (04.04.2020 р.); б) після повномасштабного вторгнення (16.07.2022 р.)**



***Рис.3.8 – Виділення воронки від снарядів на території Зноб-Новгородської громади***

На цій території воронки можна класифікувати так:

- діаметр близько 1 м, була утворена снарядом калібру 82 мм (позначено зеленим кольором, 10 воронки);
- діаметр близько 2-3 м, була утворена снарядом калібру 120 мм (2 м – позначено жовтим кольором, 21 воронка; 3 м – позначено червоним кольором, 1 воронка).

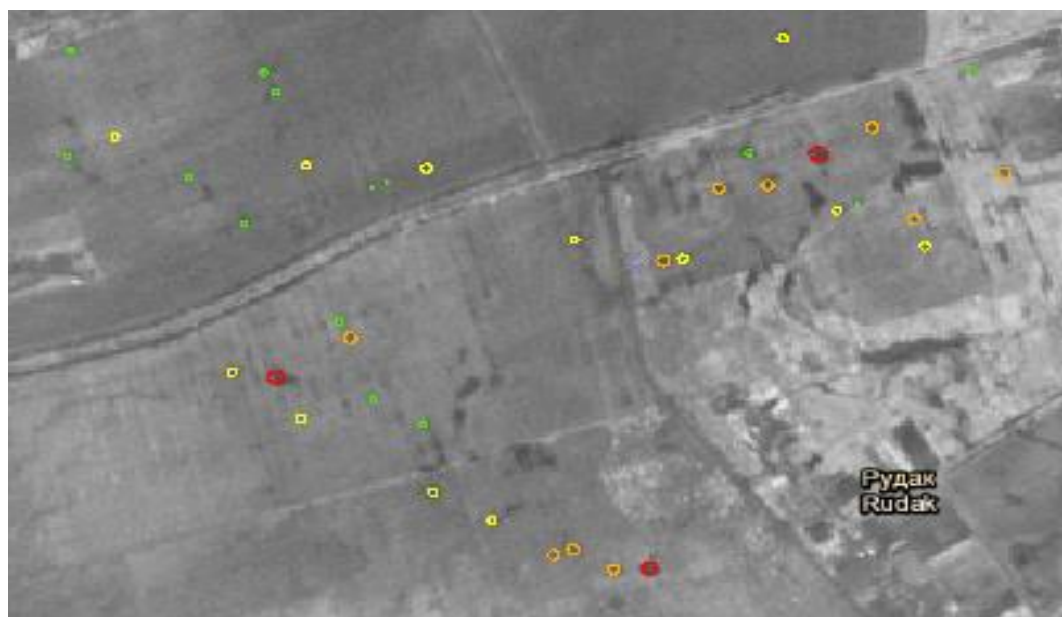
На території Середино-Будської територіальної громади на полях площею 10 га було виявлено 39 воронок від снарядів.



а)

б)

**Рис.3.9 – Знімок Sentinel-2 Середино-Будської територіальної громади з Copernicus: а) до повномасштабного вторгнення (29.04.2020 р.); б) після повномасштабного вторгнення (16.04.2023 р.)**



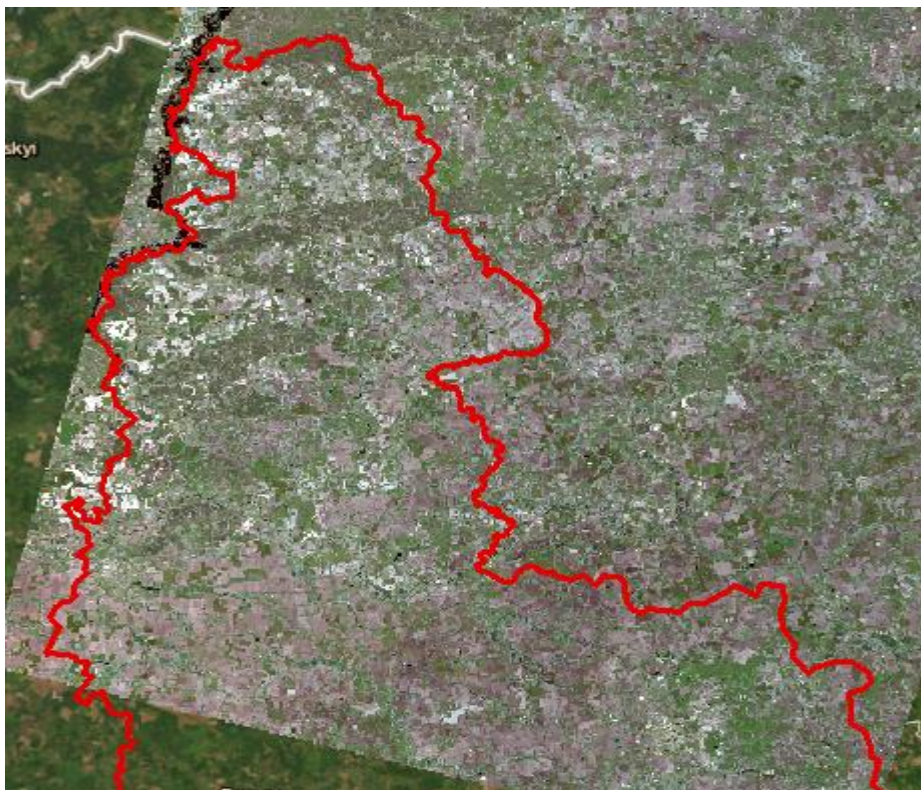
**Рис.3.10 – Виділення воронок від снарядів на території Середино-Будської громади**

На цій території воронки можна класифікувати так:

- діаметр близько 1 м, була утворена снарядом калібра 82 мм (позначено зеленим кольором, 14 воронок);
- діаметр близько 2-3 м, була утворена снарядом калібра 120мм (позначено жовтим кольором, 12 воронок);
- діаметр близько 4 м, була утворена снарядом калібра 152 мм( позначено помаранчевим кольором,10 воронок);
- діаметр близько 5 м, була утворена снарядом калібра 152мм (позначено червоним кольором, 3 воронки).

### **3.3. Дослідження зміни рослинності на пошкоджених землях**

Для дослідження зміни рослинності на пошкоджених територіях було завантажено знімок Landsat-8 Геологічної служби США (USGS) для території Сумської області за два періоди 10.05.2021р. та 10.05.2023р..



**Рис.3.11 – Знімок Landsat 8 з Геологічної служби США**

Внаслідок обстрілів порушується ґрунт, який впливає на рослинність, тому доцільно дізнатися, як рослинність змінилась на прикордонній території.

За допомогою індексу NDVI можна побачити зміни в рослинному покриві територій.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)- найбільш відомий і широко використовуваний вегетаційний індекс. Розрахунок цього індексу базується на двох найбільш стабільних ділянках спектральної кривої відбиття рослин (незалежно від інших факторів).

У червоній зоні спектра (0,62-0,75 мкм) відбувається максимальне поглинання сонячного випромінювання хлорофілом, а в ближній інфрачервоній зоні (0,75-1,3 мкм) - максимальне відбиття енергії клітинною структурою листка. Іншими словами, вища фотосинтетична активність (як правило, вища густина рослинності) призводить до нижчих значень коефіцієнта відбиття в червоній ділянці спектра і вищих значень у ближній інфрачервоній ділянці. Цей показник розраховується як різниця між значеннями коефіцієнта відбиття в червоному та ближньому інфрачервоному діапазонах спектра електромагнітного випромінювання, поділена на суму цих значень:

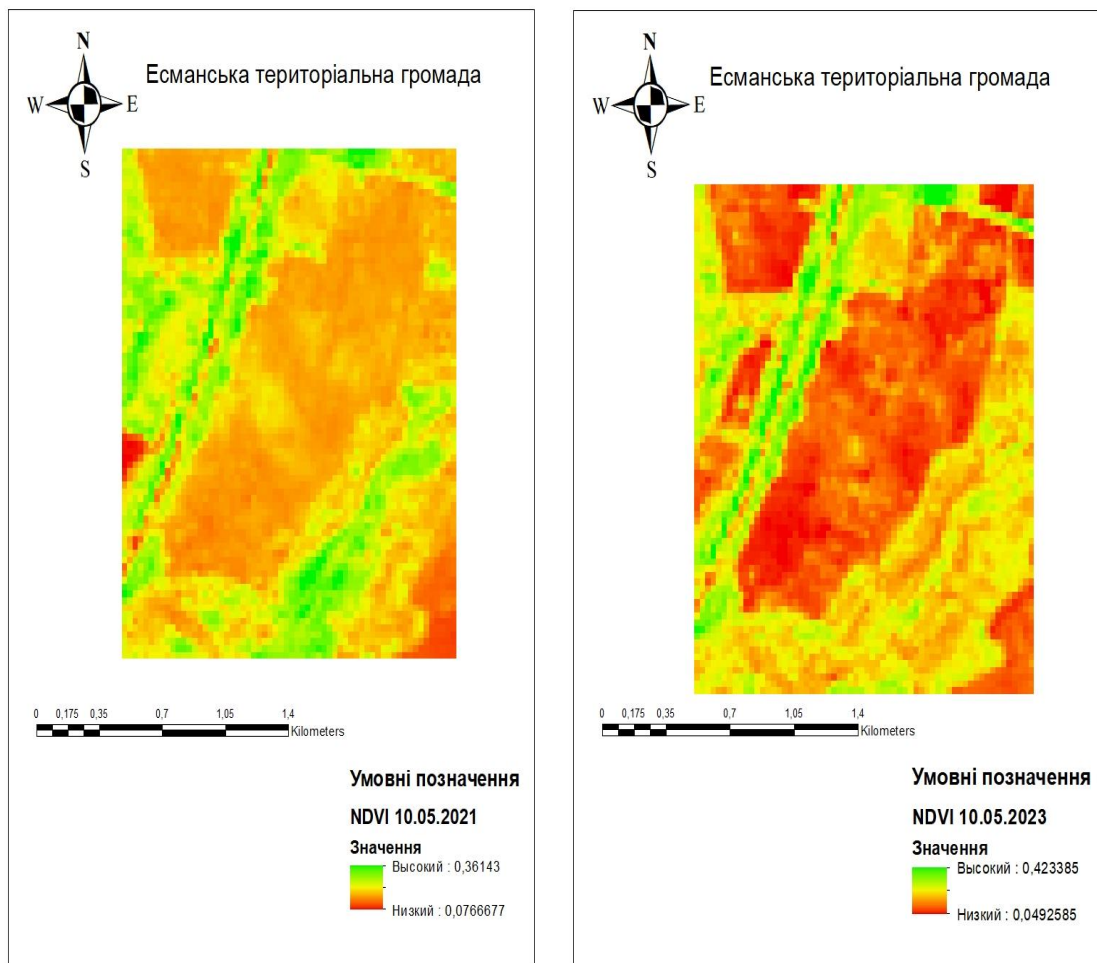
$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}, \quad (3.1)$$

де NIR – ближнє інфрачервоне світло; Red – видиме червоне світло.

NDVI відображає цю різницю у вигляді числа від -1 до 1. Класифікація значень розрахунку NDVI:

- -1 – 0 – відмерлі рослини або об'єкт неживої природи;
- 0 – 0,33 – ослаблена рослина;
- 0,33 – 0,66 – відносно здорова рослина;
- 0,66 – 1 – повністю здорова рослина.

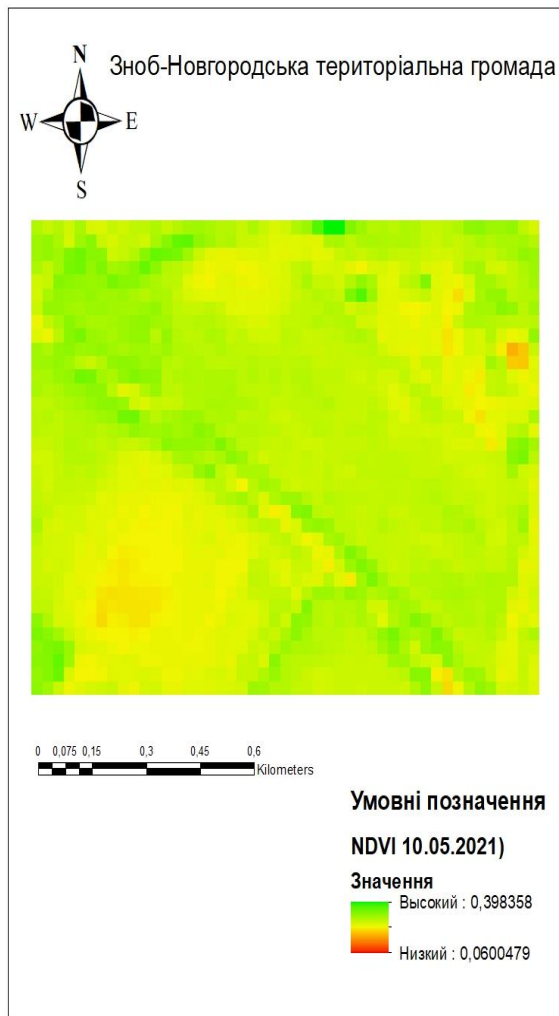
Отримані результати розрахунку індексу NDVI для постраждалих ділянок представлені на рис. 3.12-3.14



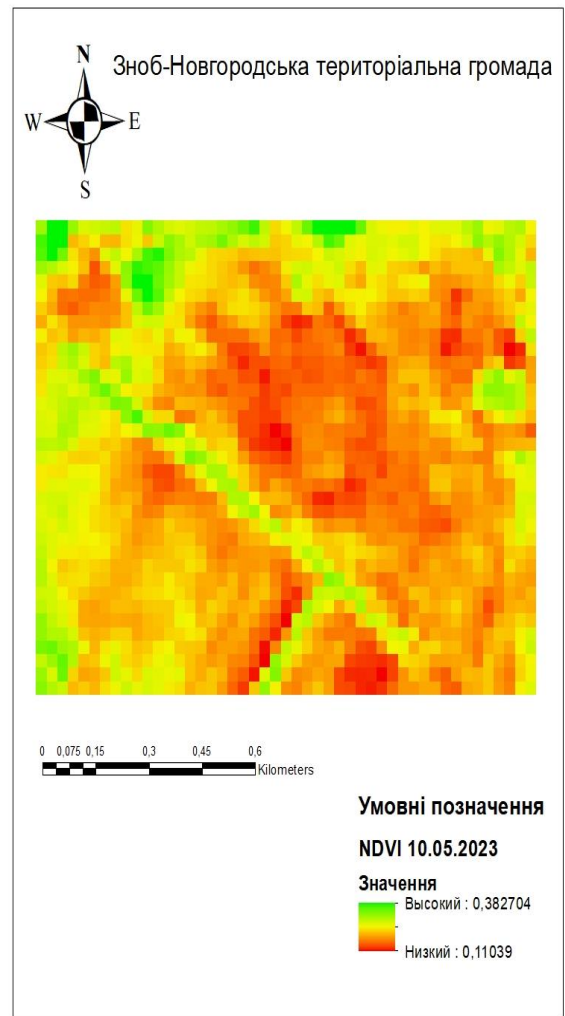
а)

б)

**Рис.3.12 – Результат застосування індексу NDVI для Есманської територіальної громади: а)10.05.2021; б)10.05.2023**

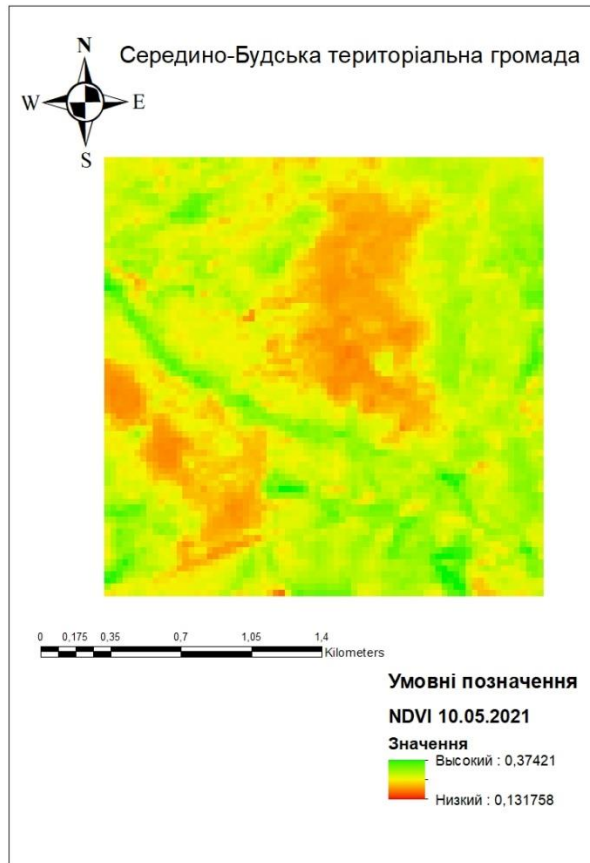


а)

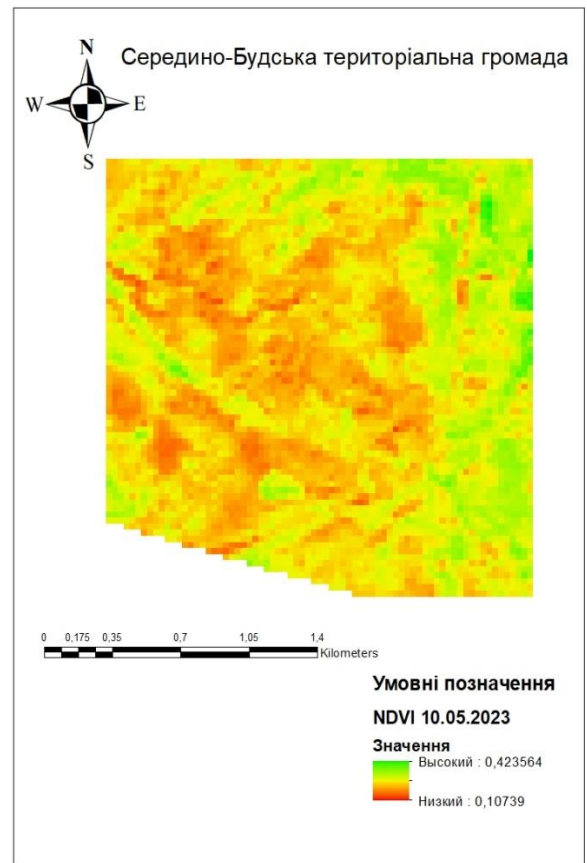


б)

**Рис.3.13 – Результат застосування індексу NDVI для Зноб-Новгородської територіальної громади: а)10.05.2021; б)10.05.2023**



а)



б)

**Рис.3.14 – Результат застосування індексу NDVI для Середино-Будської територіальної громади: а)10.05.2021; б)10.05.2023**

Проаналізувавши отримані результати NDVI можна сказати, що стан рослинності за 2023 рік погіршився та ослабився в порівнянні зі станом 2021 року. Результатом погіршення якості рослинності стають військові дії та постійні обстріли цієї території з початку повномасштабного вторгнення (24.02.2022р.). Під час вибуху снарядів родючість ґрунтів втрачається, адже відбувається попадання токсичних сполук в ґрунт, такі як чадний газ, азот, вуглекислий газ і т.д.. Вирощування сільськогосподарських культур на полях, які зазнали обстрілів неможливо, бо через накопичення у ґрунті токсичних речовин рослини до вживання не придатні та несуть загрозу людині.

## 4. ДОСВІД ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ В КРАЇНАХ СВІТУ

На сьогоднішній день постає питання відновлення ґрунтів після військового вторгнення РФ на українські землі. Значна площа земель зараз перебуває під окупацією, заміновані території та забруднені ґрунти від розриву снаряда – це найбільша проблема сьогодення. Руйнування верхнього шару ґрунту призводить до втрати родючості та продуктивності земель та робить сільськогосподарські угіддя непридатними до вирощування рослин та їх вживання.

Після закінчення воєнного конфлікту, першою задачею буде відновлення ґрунтів на території, яка постраждала, але за рік або два всі властивості ґрунтового покриву не покращаться, на це піде багато років та значні затрати. Тому важливо взяти до уваги досвід закордонних країн, щодо відновлення ґрунтів.

### 4.1. Країни Європи

#### 4.1.1. Франція

Основна частина бойових дій проходила на Західному фронті, особливо у Франції, що призвело до суттєвих змін ґрунтово-рослинного покриву у Першу світову війну. Ґрунти були сильно забруднені, наприклад, такими металами, як мідь (Cu) і свинець (Pb), а також боєприпасами, що не розірвалися. В основному на ґрунтоутворення вплинули такі процеси, як бомбардування та кратероутворення, а ґрунтові горизонти часто були змішані (*Status of the interior Columbia Basin: summary of scientific findings, 1996*).

У досліджуваних ґрунтах часто зустрічаються металеві уламки латуні, які найбільш стійкі до корозії. Кількість випущених снарядів по різних об'єктах були головнішим чинником забруднення ґрунтів. Досліджуючи місцевість навколо Іпра (місце Перша битва за Іпр у 1914 році, друга битва за Іпр у 1915 році та третя битва за Іпр у 1917 році) дослідники виявили великі концентрації міді та свинцю в ґрунті.

Фоновий вміст міді в ґрунтах становить 17 мг/кг, але коли вони досліджували землі навколо Іпра, вони виявили, що третина їх аналітичних даних містили рівень міді вище фонового порогу 17 мг/кг, а 1,2% їхніх даних перевищувала 200 мг/кг. Проте рівень забруднення відрізнявся залежно від місця положення, причому в деяких районах вміст свинцю та міді у ґрунті був значно вищий. Згідно з дослідженням, у ґрунті в зонах бойових дій зросла кількість зразків із концентрацією міді від 10 до 60 мг/кг, тоді як за межами зони бойових дій є райони з високим вмістом міді. Дослідження показує, що у виробництві хімічної зброї, яку було знайдено навколо полів битв Першої світової війни та особливо і місцях спалювання боєприпасів збільшена концентрація так званого миш'яку. Це продовжує впливати на людей, які проживають у цих районах, викликаючи хронічні захворювання (*«The Impact of World War one on the Forests and Soils of Europe,» Ursidae: The Undergraduate Research Journal at the University of Northern Colorado, 2018*).

Крім забруднення ґрунту, Перша світова війна призвела і до порушення ґрунтового покриву за допомогою оборонних або наступальних дій, таких як будівництво траншей та артилерійських насипів, які порушували ґрунтові горизонти.

В результаті ґрунтові горизонти були порушені та перемішані, перервавши ґрунтоутворення. Порушення ґрунтового покриву також стався під впливом артилерійського вогню. Були різні калібри артилерія, починаючи з 70-мм снарядів, які утворювали невеликі вирви діаметром менше метра до масивних 420-мм снарядів, які утворювали величезні вирви діаметром до десяти метрів і нерідко глибиною не менше п'яти метрів (*Joseph P. Hupy and Randall J. Schaetzl, "Introducing 'bombturbation,' A Singular Type of Disturbance and Mixing," 2006*).

Меліоративна служба Західної Фландрії є однією з перших організацій, що займаються відновленням сільськогосподарських угідь. Ця організація займалась консультуванням місцевих фермерів та налаштовувала відновлення ріллі. Значне зростання французької сільськогосподарської спілки ієнських синдикатів на початку 1920-х років також пояснюється післявоєнним підйомом. В основному в районах заснованих сільськогосподарських підприємств, виникли нові кантональні синдикати. Їхньою метою було зменшити державний інтервенціонізм за допомогою акцій протесту.

Відновлення післявоєнних територій частково здійснювали вітчизняні та іноземні некомерційні організації. Відомим прикладом є Comite Americain pour les Regions Devastees) сприяли не тільки соціальній реконструкції села в Єні, а й роздавав сільськогосподарські реманенти, посівне насіння та худобу (*J. Winter, 'Introduction', in J. Winter (ed.), The legacy of the Great War: ninety years on, 2009*).

Через десятки років після закінчення війни більшу частину, де розташовувались прифронтові зони було відновлено: заліснення, сільськогосподарські угіддя повернуто в обробку. Виняток становила «Червона зона», яка тяглася від Лілля на півночі Франції до на південний захід від Нансі. Французький уряд оголосив цю територію безлюдною через хімічне забруднення і наявність боєприпасів, що не розірвалися. Це були території, де вартість рекультивації перевищувала економічну цінність землі, тому перевагу надавали лісонасадженням.

Метою районування післявоєнних територій була оцінка можливостей їх відновлення. Економічні міркування були додані до критеріїв безпеки місця: вартість окремих земель була надто низькою для «очищення», враховуючи вартість робіт розмінування.

Міністерство звільнених територій Франції до 1919 року поділила постраждалі території на три зони залежно від ступеня руйнування:

«Зелені зони» з мінімальними пошкодженнями;

«Жовті зони», з важкими, але обмеженими пошкодженнями;

«Червоні зони», зазвичай найближчі до колишніх ліній фронту, які були повністю знищені.

Зелену і жовту зони в цивільне використання було повернуто доволі рано. Переважно червоні зони мали високий відсоток ландшафтних порушень. Їх очищували поверхнево, або здебільшого їх консервували.

У 1919 році червоні зони охоплювали близько 690 квадратних миль (1800 км<sup>2</sup>). Тут залишилася земля насичений боєприпасами, що не розірвалися. Висока концентрація важких металів та хімічних речовин у ґрунті підвищує ризик для життя та здоров'я. З міркувань безпеки та санітарії ці зони були категорично заборонено для житлового будівництва, сільського та навіть лісового господарства (*Guicherd, J. & Matriot, C.: La terre des régions dévastées – Journal d'Agriculture Pratique, 1921*).

#### **4.1.2.Великобританія**

Забруднення військово-техногенними речовинами у Великій Британії є результатом численних авіаударів та використання різних систем озброєнь після Другої світової війни. Це сприяло політиці, за якою відповідальність за забруднення територій несуть власники землі, а не військові. Крім того, органи місцевого самоврядування часто працюють разом із землевласниками та поділяють відповідальність відновлення цих земель.

Однак окремі території, що входять до категорії «спецоб'єктів» підпадають під юрисдикцію Агентства з навколишнього середовища. Переважно це землі, які

використовуються військовими силами, а також об'єкти та прилеглі території для виробництва або знешкодження хімічної чи біологічної зброї (*United Kingdom Secretary of State: The Contaminated Land (England) Regulations, 2006*).

Ще одна нормативна відмінність стосується земель, що належать Міністерству оборони. В цьому випадку Міністерство оборони відповідає не лише за еколого-геохімічний стан земель, а й за те, щоб будь-яка продана чи здана у найми земля не була забруднена чи небезпечна для населення. Однак це положення також не гарантує, що 100% усіх забруднених територій було піддано санітарній обробці. Загалом британська післявоєнна система землеволодіння покладала більшу відповідальність на цивільних землевласників. Враховуючи цю регуляторну стратегію, Великобританія не видає окремих інструкцій з управління цими територіями та не має офіційних кількісних нормативів, які забезпечують еколого-геохімічну оцінку цих територій. З недержавних організацій, також немає офіційного дійсного та надійного стандартизованого методу, який би визначив оцінку цих земель. Визнаючи цю прогалину, Асоціація науково-дослідної та будівельної інформації промисловість опублікувала довідник про вибухові речовини, щоб допомогти приватним землевласникам, забудовникам та працівникам будівельної галузі зрозуміти цю екологічну проблему та які заходи відновлення використовувати. Даний посібник пропонує двоетапний підхід: попередня та докладна оцінка ризику (*Stone K, Murray A, Cooke S: Unexploded Ordnance (UXO) - a guide for the construction industry. London: Classic House, 2009*).

Хоча міністерство оборони не має детальних інструкцій щодо управління зараженими територіями військових техногенних речовин, має регламентований підхід до кількісної оцінки ризику, внаслідок забруднення земель.

Міністерство оборони використовує оцінку якості землі, яка містить: огляд об'єкта на основі попередньої стратегічної оцінки та визначення пріоритетів, польові та камеральні дослідження, детальні огляди місця, оцінка варіантів і

реакція місцевої влади (*United Kingdom Ministry of Defense: Duty holders guide - guidance on the assessment and management of land contamination, 2008*).

Проведені дослідження дають оцінку якості земель, характеризуючи рівень хімічного забруднення. Також враховується залишковий ризик (рівень ризику, що залишається після застосування заходів до приведення його до прийнятного рівня), а його оцінка оцінюється за чотирибальною шкалою від найбільш малої ймовірності до найбільш ймовірної. Отриманий рейтинг ризику є одним із чотирьох "рейтингові діапазони" від низького до високого ризику з відповідним визначенням мінімуму заходи контролю. Поняття «чистої» території також не розглядається на національному рівні. Хоча у землевласників і у Міноборони досі немає методики, яка ефективно визначає санітарні заходи (*Linkov et al. Munitions and explosives of concern: international governance and applications for the United States, 2014*).

#### **4.1.3. Хорватія**

Бойові дії призвели до забруднення навколишнього середовища (ґрунту, води) мінними полями, шкідливими та отруйними хімічними речовинами, а також знищення флори та фауни, природної спадщини (*Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske., 05.04.2023*). Викиди забруднювальних речовин у довкілля пов'язані з використанням звичайних видів озброєння. Дослідження показало, що порівняно зі зразками ґрунту з районів низької інтенсивності бойових дій, проби ґрунту з районів, де проходили запеклі бої, мали вищі концентрації As, Hg та Pb, ніж це дозволено законодавством штату для органічного землеробства, і вищі концентрації ртуті, ніж у сільському господарстві загалом.

У відібраних проб з районів активних бойових дій середні значення Cu, Zn, Ni, Pb, P і Ba були значно вищими, ніж у районах низької бойової активності (*Domagoj Vidosavljević, Dinko Puntarić, Vlatka Gvozdić, 2013. Soil contamination as a possible long-term consequence of war in Croatia*).

Значний вплив внаслідок бомбардування хімічних заводів, тому що очисні споруди для розливів хімічних речовин не функціонували, токсини витікали безперешкодно та забруднювали навколишнє середовище (*Marc Lallanilla. The Effects of War on the Environment, 04.05.2023*).

Типова проблема – заміновані території. Район передбачуваних мін – наслідків бойових дій за роки війни – у 2015 р. було 954,5 км<sup>2</sup> що менше, ніж у 2005 р. коли площа займала 1174,0 км<sup>2</sup> (*Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske, n.d.*).

За результатами розмінування та загальнотехнічної розвідки Хорватія складає 171,4 кв.км. Загрози безпеці населення, а також неможливість використання міно підозрілих земель протягом багатьох років істотно вплинули на розвиток тих територій, які постраждали від військових дій. Республіка Хорватія систематично, ретельно, ефективно та дієво підходить до розв'язання проблеми мінного забруднення, у 1996 році було прийнято Закон про розмінування як перший нормативний акт, що регламентує комплекс вирішення мінної проблеми (Закон набрав чинності 21 жовтня 2015). Уряд Республіки Хорватія приймає річний план протимінної діяльності, який серед іншого, містить дані про території та будівлі, які МВС готує попередні плани розмінування та плани технічного огляду. Про необхідність розв'язання проблеми розмінування йдеться й у Програмі повернення засланих, біженців та внутрішньо переміщених осіб (1998 рік).

Питання рекультивації земель чітко сформульоване в Стратегії планування території Республіки Хорватія 1997 року в контексті розвитку сільських і міських територій, які постраждали внаслідок бойових дій, відновлення культурного ландшафту у зв'язку з руйнуванням пам'яток.

Щодо сприятливого використання земель у сільському господарстві наголошується на дотримання природоохоронних підходів. Не безпосередньо зосереджено на заражених війною землях, а пропонований список інструменти сталого землеустрою повинні включати аспекти відновлення земель, а саме:

- національні програми, які вивчають ґрунт як природну основу для задоволення місцевого населення;
- закони та інші нормативні акти, які необхідно вдосконалити та впровадити для підтримки сталого землекористування, а також для обмеження використання продуктивних орних земель для інших цілей;
- стійкі екосистемні або вододілові практики, такі як ландшафтне планування, повинні включати відповідне традиційне та місцеве землекористування в управління ґрунтами та досліджувати включення цінностей ґрунтів та екосистем у звіти про економічну діяльність (*Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske, 1997*).

#### **4.1.4. Німеччина**

Більшість речовин військового та техногенного походження зосереджено в багатьох районах, де були розташовані військові частини, які використовувалися не тільки під час світових війн, а й під час холодної війни. Майже 3% всіх німецьких земель використовувалися для військових потреб. В колишній Західній Німеччині це об'єкти, які використовували Федеральні збройні сили Німеччини, а також ті, які використовувалися західними союзниками (США, Великобританія, Франція, Канада, Бельгія та Нідерланди). У колишній Східній Німеччині це об'єкти, які використовувалися колишніми радянськими збройними силами. Станом, на зараз загальна площа у Німеччині покинутих військових об'єктів становить 4921 кв.км (*German Federal Environment Agency, 2007*).

Після возз'єднання Німеччини в 1990 році земля, які були використані колишніми радянськими збройними силами, були запропоновані безоплатно 5 зацікавленим федеральним землям у Східній Німеччині. Три з них (Бранденбург, Саксонія та Тюрінгія) брали участь у пропозиції та планували відновити та вивести територію з експлуатації, відшкодувавши ці зусилля подальшою приватизацією. Щоб ціна рефінансування, нові власники були зацікавлені в більш-менш

інтенсивному використанні ділянок, наприклад, для лісового господарства, виробництва електроенергії чи бізнес-парків. Таким чином, в деяких окремих випадках було втрачено природоохоронне значення цих територій. Однак ця стратегія не була успішною для всіх колишніх районів військових об'єктів, оскільки багато з цих територій знаходяться далеко від населених пунктів або їх важко відновити, та їх неможливо продати.

Колишній полігон НАТО в Західній Німеччині (США, Франція, Велика Британія та Бельгія) здебільшого продавалися приватним особам через фактично високий попит на вільні території в густонаселених частинах Німеччини. В результаті надзвичайно забруднені території, де відновлення дуже складне і які ніколи раніше не продавалися, за них несе відповідальність Федеральний уряд Німеччини або вищезазначених федеральних земель. Зараз вони або зберігаються екологічними фондами або адміністрацією федеральних земель (*Götz Ellwanger, Karin Reiter. Nature conservation on decommissioned military training areas, 2019*).

Вважається, що всі колишні військові полігони мають бути досліджені та відновлені, перш ніж їх можна буде використовувати в цивільних цілях. З 1991 року покинуті військові об'єкти було передано у загальну власність уряду Німеччини, що покладає на уряд Німеччини відповідальність за більшу частину забруднених земель. Здебільшого ці території не очищалися від нерозірваних боєприпасів, а стан забруднення полігонів не досліджено.

Якщо уряд Німеччини продає землю для відновлення власникам, вони стають відповідальний за реабілітаційні заходи. Проте відновлення таких територій вимагало скоригованих стратегій управління залежно від ступеня забруднення, в першу чергу ці стратегії повинні були відповідати заміні попередньої динаміки порушень, спричинених бойовими діями (*Jcntsch, A., Friedrich, S., Steinlein, T., 2009. Assessing conservation action for substitution of missing dynamics on former military training areas in Central Europe.*).

Потенційними забрудниками території вважаються об'єкти військової інфраструктури, але поки це не підтвердять дослідження території не буде встановлено небезпеку для довкілля та людей. У цьому випадку територія підпадає під дію екологічних законів і стандартів німецької землі, в якій вона розташована. Не дивлячись на масштаби проблеми, не було національних рекомендацій для очищення територій. Проте були прийняті деякі закони щодо розширення повноважень комітетів за загальним наглядом за координацією реставраційних робіт. Є національні закони регулювання відновлення забрудненої ділянки в цілому.

З метою гармонізації законодавства про відходи, воду та ґрунт між німецькими землями був створений Комітет міністрів навколишнього середовища та спільна робоча група. Деякі закони стосуються видалення речовин військово-техногенного походження. Однак вони охоплюють їх відновлення лише на цивільних об'єктах, а не на об'єктах, що належали військовим.

Поетапна процедура еколого-геохімічної оцінки післявоєнних та забруднених територій речовинами військово-техногенного навантаження офіційно не оформлено в жодній країні, крім Німеччини. Ретроспективний підхід, що ґрунтується на небезпеці, визначає небезпечні речовини і може передбачити поведінку для її усунення. У вигляді систематизованих характеристик забруднювальних речовин проводиться додаткова оцінка запобіжних заходів у рамках роботи, щодо відновлення ґрунтів.

Для оцінки окремих речовин потрібний мінімальний перелік даних, що підлягають документуванню. Результати комплексної оцінки мають бути максимально наближені до реального стану. За результатами досліджень та оцінок демонструється те, що понад 80 % обстежених територій є колишніми саксонськими військовими об'єктами, які мають довгостроковий вплив на рослинний покрив.

Протягом багатьох років було розроблено та використано кілька моделей оцінки ризику зон військово-техногенного впливу. Результатом моделей є кінцеве значення, яке потім використовується для встановлення пріоритетів розвитку території відповідно до ризику для населення та навколишнього середовища. Не дивлячись на кількісний характер таких оцінок, пріоритет щодо відновлення забруднених ділянок залежить від інших факторів, наприклад таких, як регіональне планування, приватизація, урядові запити та політичні рішення. Підготовлена модель PRISAL, яка впливає на пріоритетність очищення забруднених територій, враховує соціально-економічні та політичні чинники, але поки не використовується правлінням.

Не розглядається загальне поняття «чисті» території, аналіз еколого-геохімічного стану забруднена земля виробляється окремо в кожному випадку. Система відновлювальних заходів формується відповідно до планового використання. Більшість заходів з відновлення здійснюють німецькі військові. У цьому аспекті процес повернення землі в Німеччині схожий запроваджено США. Головною відмінністю є уявлення про те, що всі післявоєнні землі США підпорядковані управлінню, вимогам і законам відповідних місцевих і природоохоронних органів відповідного штату (*Environmental impact of post-soviet military residential areas, 2008*).

## **4.2. Країни Північної Америки**

### **4.2.1. Канада**

Наслідки системних атак та бомбардувань, збройними силами під час Другої світової війни характеризуються високим рівнем забруднення речовинами воєнно-техногенного походження. У країні виявлено близько 1100 районів та 2500

прибережних забруднених територій (*Canadian Department of National Defense Unexploded Explosive Ordnance and Legacy Sites Program, 2009*). Відповідно до Конституції, федеральний уряд має право формувати законодавчу базу у додатку землекористування цих територій. Екологічний аспект передбачає складний комплекс координація між федеральною владою та місцевими рівнями влади. Зокрема, судова практика застосування черговості рівнів влади для ухвалення відновлення режиму. Попри це, інструкції щодо виправлення однакові.

Національна програма відновлення забруднених територій для розв'язання проблем, пов'язаних зі здоров'ям людей і якість навколишнього середовища на забруднених територіях заснована в 1989 році (*Canadian Council of Ministers of the Environment, 1996*). Також була створена Програма захисту від вибухових речовин, що не здетонували (2005), реалізований Департаментом національної оборони. У цій програмі зазначено, що території, забруднені речовинами військового та техногенного походження, ніколи не можна очистити на 100%, і немає критеріїв, щоб вважати цю територію "безпечною" в майбутньому. Крім того, згідно з цією програмою Міністерство оборони Канади несе відповідальність за укладення контрактів і нагляд за очищенням об'єктів. Міністерство також розробило додаткові екологічні поради.

У рамках канадського законодавчого процесу Програма захисту від вибухових речовин, які не розірвалися і на кожному забрудненому об'єкті проводиться оцінка ризиків за програмою «Legacy Sites Program».

Існує два види проведення оцінки:

- Пріоритизація програми - Визначає високо-, середньо- або низькопріоритетні сфери діяльності зі зменшення ризику.
- Оцінка ризику для конкретної ділянки – визначає заходи з очищення, щоб досягти рівня ризику, який відповідає бажаному типу землекористування (*DND UXO and Legacy Sites Program, 2013*).

Для територій, забруднених речовинами військово-техногенного походження, визначення «чистих» територій здійснюється підкомісією з оцінки вибухонебезпечності в кожному районі, до складу якого входять відповідні спеціалісти.

Для об'єктів, які не підпорядковані Міноборони будівництва Канади, Рада міністрів навколишнього середовища Канади було розроблено перелік керівних принципів для визначення кількісних показників, щодо відновлення якості ґрунтів територій, які були забруднені з урахуванням якості навколишнього середовища, типу землекористування та стану здоров'я населення. Канада є однією з країн, які погоджуються, що забруднені території не можуть бути повністю відновлені та в першу чергу спрямовані на зменшення ризику, навіть якщо такий ризик є доцільним (*Linkov et al. Munitions and explosives of concern: international governance and application United Kingdom Secretary of State, 2006*).

#### **4.2.2. Сполучені штати Америки**

У США землі, забруднені речовинами військового та техногенного походження, належать міністерству оборони. З цієї причини Міністерство несе відповідальність за дії щодо їх відновлення та не може надавати ці площі в оренду до тих пір, поки дослідження не підтвердять можливість їх використання за призначенням.

Міністерство оборони США було першим, хто створив організацію в 1970 році для виконання екологічного нагляду через систему екологічного менеджменту. Згодом за подібним методом інші країни стануть прагнути знизити військово-техногенне навантаження на довкілля (*Ferro, M., 2012. Environmental management system (EMS) for military activities*).

Усвідомлюючи важливість військових об'єктів для збереження біорізноманіття, Сполучені Штати почали реконструкцію колишніх військових об'єктів під заповідники. Станом на 2014 р. для 15 з цих територій розроблено заходи щодо стимулювання та збереження біорізноманіття цих регіонів. У 2011 р. було перейменовано 15% зі 130 великих військових баз, закритих з 1988 р. в національні заповідники дикої природи, які перебувають у віданні Служби рибальства та дикої природи США, але право власності на землю залишається за Міноборони (*Havlick, D. G., 2011. Disarming nature: Converting military lands to wildlife refuges.*).

Заходи щодо відновлення набули чинності після того, як Конгрес ухвалив Закон про повноваження Міністерства оборони у 1986 році. Закон вимагав від Міністерства оборони знищити всі запаси біологічних і хімічних агентів до кінця вересня 1994 року. У 1988 р. до закону були внесені поправки, які дають змогу продовжити термін до 1997 року. Однією із найбільших проблем полягає в тому, що боєприпаси, які не денотували не належать до отруйних речовин.

Це означає що знешкодження боєприпасів не підпадає під дію Закону про збереження та відновлення ресурси, які платять за очищення інших забруднених ділянок (*Rubenson, David, and John R. Anderson. 1995. California base closure.*).

У Законі про комплексне реагування на навколишнє середовище, компенсації та відповідальності, регулюють процес відновлення об'єкта викладено про стандарти утилізації боєприпасів та вибухових речовин. Реалізація цього Закону покладено на Президента Сполучених Штатів, а виконавчий наказ (23 січня 1987 р.) реалізовує Агентство з охорони довкілля як головного наглядового органу у реабілітаційних заходах Міністерство оборони також може реагувати на

видалення забруднення з території приватної власності. Відповідно до цього визначається відповідальний федеральний орган земельної власності «головне відомство» щодо здійснення заходів реагування та управління охорони навколишнього середовища США. Існує вимога щодо між Агентством захисту навколишнього середовища та провідним національним агентством щодо реагування на національний список пріоритетів для прискорення процесу очищення. Крім того, після внесення поправок, Закон про сприяння реагуванню на довкілля вимагає Агентство з охорони навколишнього середовища погоджувати встановленим Міністерством оборони США рівня забруднення (*Linkov et al. Munitions and explosives of concern: international governance and applications for the United States., 2014*).

У проектах землеустрою затверджуються форма власності, вид використання земельної ділянки та будь-які вимоги до «чистої зони», які має виконати уряд США до того, як земля буде введена в експлуатацію. При розробці проекту землеустрою враховується ряд факторів, а саме екологічні, економічні та культурні умови, а також історичні аспекти. З метою продажу чи оренди землі певного виду використання, Міноборони має проводити різні оцінки ризиків, що існують ділянки для визначення відповідних коригуючих дій залежно від типу та рівня забруднення.

На практиці юрисдикційний орган затверджує розпорядження землею для певного використання може бути ускладнено зовнішніми факторами, такими як перешкоди Конгресу для вирішення суперечок щодо майбутнього землекористування, місцевої політики та груп зацікавлених сторін. У ході цього процесу Міністерство оборони зазвичай консультується з особами, що керують земельними ресурсами штату, місцевою та федеральною владою, такими як Бюро управління земельними ресурсами, Лісова служба, Служба рибальства та дикої природи та відповідні зацікавлені сторони щодо пропонованого

землекористування та безпечного землекористування. Громадська думка може вплинути на рішення на місцевому рівні, оскільки місцевий комітет із планування, як правило, вимагає від Міністерства оборони зібрати та розглянути результати коментарів громадськості або провести громадські слухання. Це робить процес затвердження дещо об'єктивним, оскільки громадська думка може впливати на її схвалення (*US EPA: EPA munitions response guidelines, 2010*).

## ВИСНОВКИ

Методи дистанційного зондування Землі відіграють важливу у моніторингу впливу військових дій на ґрунтовий покрив. За допомогою даних ДЗЗ ми можемо:

- отримати дані в реальному часі, що дає змогу проаналізувати зміни, які відбулися через військові дії;
- виявити пошкоджені ділянки, внаслідок воєнного конфлікту та масштаби пошкодження;
- ідентифікувати воронки, які утворилися через обстріл та визначити їх розмір, також оцінити збитки, які нанесли країна агресор;
- проаналізувати зміну рослинного покриву на ділянках, де відбувалися бойові дії та оцінити їх втрати.

На основі даного дослідження було визначено вплив військових дій на фізичні параметри ґрунту Сумської області. За допомогою даних дистанційного зондування було виявлено території, які зазнали пошкодження та ідентифіковано воронки на трьох територіях прикордонних територія Шосткинського району Сумської області, а саме Есманської, Зноб-Новгородської та Середино-Будської, а також визначено їх розміри. В основному розміри воронок на досліджуваних коливаються від 1 до 5 метрів, згідно цьому можна сказати, що ці території обстрілювали з мінометів та артилерії.

Також було проведено дослідження зміни рослинного покриву на ушкоджених територіях, адже через вплив воєнних дій на ґрунт страждають і рослинний покрив. Для проведення аналізу було розраховано індекс NDVI за два періоди: довоєнний (10.05.2021) та воєнний (10.05.2023). За результатами розрахунку можна сказати, що стан ґрунтового покриву та рослинності 2023 року значно погіршився в порівнянні з 2021 роком.

Мета рекультивації земель є основою ланкою для перетворення пошкоджених земель у придатну для використання. Проаналізувавши досвід відновлення ґрунтів країн Європи (Франція, Великобританія, Хорватія та Німеччина) та Північної Америки (Канада та США) можна сказати, що найбільш раціональним методом, який може послугувати відновленню українських земель так це відновлення Франції та США. На прикладі Франції території України можна поділити на три зони в залежності від ступеня руйнування (мінімальне, середнє та високе пошкодження), а на прикладі США, колишні військові об'єкти очистити та реконструювати під заповідники.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Географія Сумської області: природа, населення, господарство / А.О. Корнус, І.В. Удовиченко, Г.Г. Леонтєва, В.В. Удовиченко, О.Г. Корнус. Суми : ФОР Наталуха А.С., 2010. 184 с. Дата звернення: 29.01.2023р.

Геоморфологічна будова Сумської області / А.О. Корнус, В.В. Чайка. Суми : Сум-ДПУ ім. А.С. Макаренка, 2006. 34 с. Дата звернення: 28.01.2023р.

Гончар О. В. Земля України // Агро світ. – 2001. – №17. – с. 24 – 27. Дата звернення: 30.01.2023р.

Грунтово-рослинний покрив Сумської області – [Електронний ресурс]. Дата звернення: 03.02.2023р. – Режим доступу: <https://ua-referat.com/%D0%93%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BE-%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%B9 %D0%BF%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%B2 %D0%A1%D1%83%D0%BC%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97 %D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%96>

Дзеркало тижня. Земля у вогні. Як війна впливає на ґрунт – [Електронний ресурс]. Дата звернення: 24.01.2023р. – Режим доступу: <https://zn.ua/ukr/ECOLOGY/zemlja-u-vohni-jak-vijna-vplivaje-na-grunti.html>

Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області у 2015 році – [Електронний ресурс]. Дата звернення: 26.01.2023р. Режим доступу – <http://www.pek.sm.gov.ua/images/docs/public>

Екологічний паспорт Сумської області станом на 01.01.2020 р. – [Електронний ресурс]. Дата звернення: 29.01.2023р. Режим доступу – [https://mepr.gov.ua/files/docs/eco\\_passport/2019/%D0%A1%D1%83%D0%BC%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0.pdf](https://mepr.gov.ua/files/docs/eco_passport/2019/%D0%A1%D1%83%D0%BC%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0.pdf)

Економічна правда. Врятувати українські землі – [Електронний ресурс]. Дата звернення 13.05.2023р. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/05/11/700021/>

Земельні ресурси України та їх використання // Землевпорядний вісник. - 2011. - № 8. - С. 47 – 48. Дата звернення: 30.01.2023р.

Колесник І. А. Ефективність використання земельних ресурсів // Економіка АПК. – 2001. – №5. – с. 47 – 49. Дата звернення: 04.02.2023р.

Куркуль. Чи можна вилікувати ґрунт від війни – [Електронний ресурс]. Дата звернення 25.02.2023р. – Режим доступу: <https://kurkul.com/spetsproekty/1423-chi-mojna-vilikuvati-grunt-vid-viyini--vidpovidi-na-nayposhirenishi-zapitannya#:~:text=%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%BC%20%D1%86%D1%8C%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B2%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D1%83%20%D1%94%20%D1%83%D1%89%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F,%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA%20%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%97%20%D1%82%D0%B0%20%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%96%D1%97.>

Паньків З.П. Земельні ресурси: Навчальний посібник. – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 15 с. Дата звернення: 16.02.2023р.

Пошкоджена земля: як відновити родючість ґрунту після бомбардувань та пожеж? – Електронний ресурс. Дата звернення 01.05.2023. – Режим доступу: <https://www.agrilab.ua/poshkodzhenazemlya-yakvidnovytyrodyuchistgruntupislyabombarduvan-tapozhezh/>

Сталий розвиток для України. Земельні ресурси – [Електронний ресурс]. Дата звернення 04.02.2023р. – Режим доступу: <https://sd4ua.org/golovni-temi-stalogo-rozvitku/zemelni-resursi/>

Сумська область: Географічний атлас: Моя мала Батьківщина / Гол. ред. кол. І.В. Удовиченко. Київ : Вид-во «Мапа», 2006. 20 с. Дата звернення: 01.02.2023р.

Суспільне. Поля у вогні – [Електронний ресурс]. Дата звернення 27.01.2023р.  
– Режим доступу: <https://suspilne.media/307620-pola-u-vogni-eksperti-rozpovili-ak-vplivae-vijna-na-roducist-ukrainskih-zemel/>

Третьак А. М. Стан та проблеми управління земельними ресурсами в Україні // Вісник аграрної науки. – 2001. – №8. – с. 5 – 11. Дата звернення: 28.01.2023р.

Українська природоохорона група. Якою має бути доля пошкоджених вибухами українських територій – [Електронний ресурс]. Дата звернення 01.02.2023р. – Режим доступу: <https://uncg.org.ua/iakoju-maie-buty-dolia-poshkodzhenykh-vybukhamy-ukrainskykh-terytorij/>

Україна сьогодні. Сумська область – [Електронний ресурс]. Дата звернення 02.02.2023 р. – Режим доступу: <http://rada.com.ua/ukr/RegionsPotential/Sumy/>

Canadian Department of National Defense Unexploded Explosive Ordnance and Legacy Sites Program: The DND Unexploded Explosive Ordnance and Legacy Sites Program. Ottawa, Ontario: Department of National Defense; 2009. Дата звернення 13.05.2023

Earth Explorer – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Дата звернення: 17.04.2023

German Federal Environment Agency: 'Germany,' Investigation, Assessment, and Clean-up of Contaminated Military Sites. 2007. Дата звернення 10.05.2023

Google Earth Pro – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.google.com/earth/versions/>. Дата звернення: 05.05.2023

Copernicus. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus>. Дата звернення 18.04.2023

Gotz Ellwanger, Karin Reiter. Nature conservation on decommissioned military training areas – German approaches and experiences. Journal for Nature Conservation. Elsevier. 2019. Дата звернення 06.05.2023

DND UXO and Legacy Sites Program: Legacy Sites Program. 2013. Дата звернення 30.04.2023

Domagoj Vidosavljević, Dinko Puntarić, Vlatka Gvozdić, Matijana Jergović, Maja Miškulin, Ida Puntarić, Eda Puntarić & Siniša Šijanović (2013) Soil contamination as a possible long-term consequence of war in Croatia, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 63:4, 322-329, DOI: 10.1080/09064710.2013.777093.

Дата звернення 01.05.2023

Ferro, M., 2012. Environmental management system (EMS) for military activities – strategies and policies for American, Canadian, Brazilian and NATO armies. *OIDA. Int. J. Sustain. Dev.* 05 (03), 19–33. Дата звернення 04.05.2023

Forest Service, USDA, “Status of the interior Columbia Basin: summary of scientific findings,” *General Technical Report (GTR)* (1996). Дата звернення 09.05.2023

Garten Jr., C.T., Ashwood, T.L., 2004. Modeling soil quality thresholds to ecosystem recovery at Fort Benning, GA, USA. *Ecol. Eng.* 23, 351–369. Дата звернення 03.05.2023

Giacomo Certini, Riccardo Scalenghe, William I. Woods The impact of warfare on the soil environment. *EarthScience Reviews* 127 (2013) 1–15. Дата звернення 03.05.2023

Havlick, D. G. (2011). Disarming nature: Converting military lands to wildlife refuges. *the Geographical Review*, 101(2), 183-200. Дата звернення 06.05.2023

Ibid., 376. 219 Heiderscheidt, Drew (2018) «The Impact of World War one on the Forests and Soils of Europe,» *Ursidae: The Undergraduate Research Journal at the University of Northern Colorado: Vol. 7 : No. 3 , Article 3.* Дата звернення 29.04.2023

Jcntsch, A., Friedrich, S., Steinlein, T., Bcyschlag, W., & Nezasdal, W. (2009). Assessing conservation action for substitution of missing dynamics on former military training areas in Central Europe. *Resiuuruuion Ecology*, 2/(1), 107- 116. Дата звернення 04.05.2023

Linkov et al. Munitions and explosives of concern: international governance and application. Дата звернення 27.04.2023

Linkov et al. Munitions and explosives of concern: international governance and applications for the United States. Environmental Sciences Europe 2014. Дата звернення 27.04.2023

ReMiDo: Environmental impact of post-soviet military residential areas. 2008:84. Дата звернення 11.05.2023

Rubenson, David, and John R. Anderson. 1995. California base closure: lessons for DoD's cleanup program. Santa Monica: RAND Corporation. Дата звернення 26.04.2023

Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske. (odgovorni koordinator rada: Matija Salaj). - Zagreb: Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja Republike Hrvatske, Zavod za prostorno planiranje, 1997. Дата звернення 25.04.2023

United Kingdom Secretary of State: The Contaminated Land (England) Regulations 2006, 2006 No. 1380. London: UK Secretary of State; 2006. Дата звернення 11.05.2023