

# ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ГРУНТІВ ПОШКОДЖЕНИХ ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ



**Ігор КОВАЛЕНКО**

д.б.н., професор кафедри екології  
та ботаніки Сумського НАУ





**Від початку повномасштабного вторгнення війська РФ зруйнували та продовжують нищити інфраструктуру та життя людей.**

**Проте війна становить загрозу для здоров'я українців ще й у довготривалій перспективі — через забруднення довкілля. Серед всіх екосистем, що зазнають негативного впливу від воєнних дій, найбільше страждає ґрунт.**

---



# Завдані збитки за даними ресурсу «ЕкоЗагроза»

## Завдані збитки. Земельні ресурси



### Засмічення земель

Шкода

**995,4 млрд грн**

+ 0 грн за добу

Площа засмічених земель

**17 980 307 м<sup>2</sup>**

+ 0 за добу

### Забруднення ґрунтів

Шкода

**14,4 млрд грн**

+ 0 грн за добу

Площа забруднених ґрунтів

**615 767 м<sup>2</sup>**

+ 0 за добу





**Грунт** – це величезна екосистема. Вона може функціонувати, лише коли всі живі організми будуть там жити. В одній жмені ґрунту може бути 8 тисяч дрібних організмів.

**Вибух** – це тепловий вплив. Він має теплову, вогневу складову. Живі організми не можуть вижити в епіцентрі вибуху боєприпасу.

---

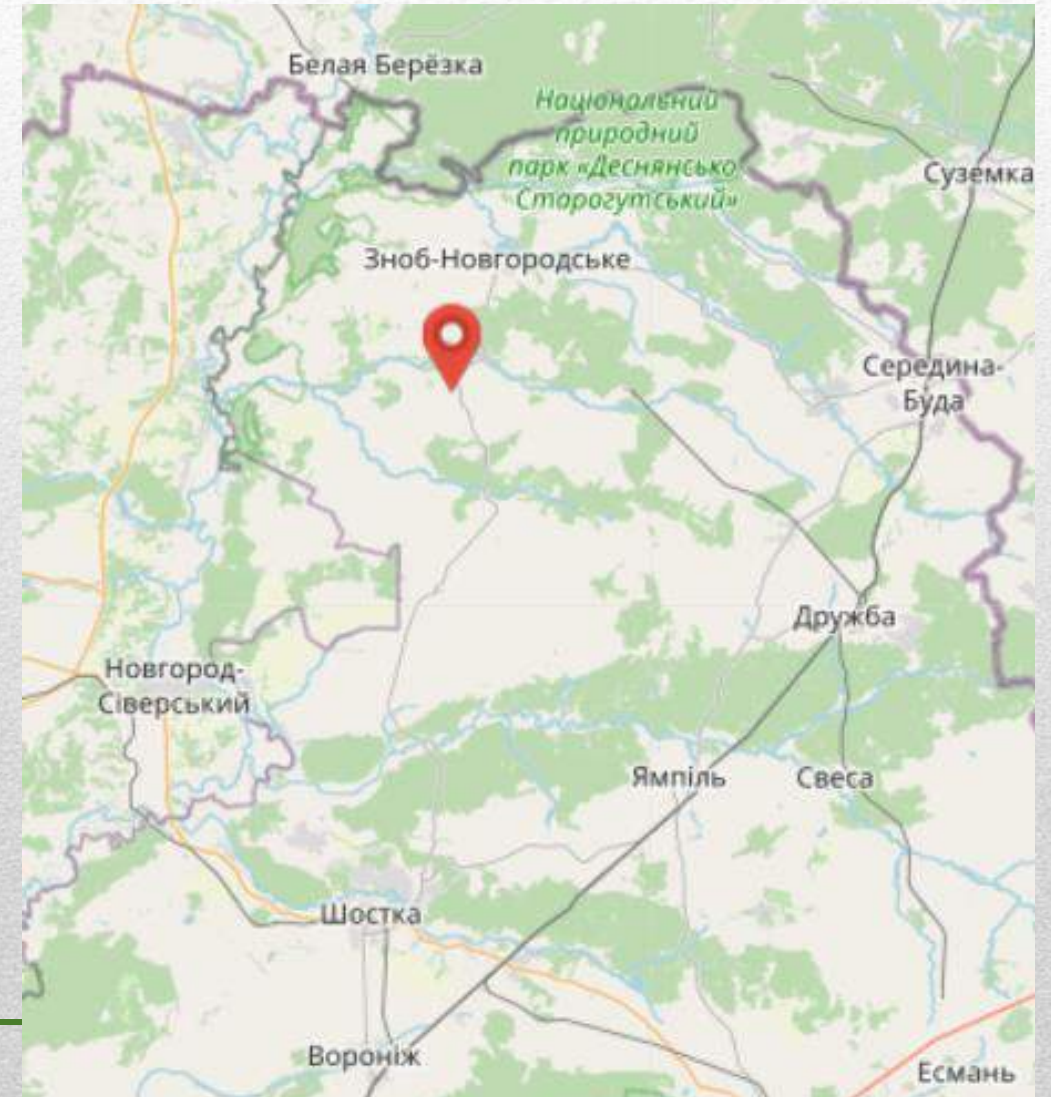






## Влучання авіабомби

село Уралове (Сумська область,  
Середино-Будський район)







## Влучання авіабомби може мати серйозні наслідки для ґрунтів та природних екосистем

У ґрунті лишається багато сірки. Частина цього хімічного елемента у вигляді порошку залишається у вирвах і навколо, а в контакті з опадами перетворюється на сірчану кислоту. Це погано, зокрема, для ґрунтів, бо у цій кислоті згорають мільйони організмів, які формують покривний шар ґрунту.

Ще одна загроза – важкі метали, які накопичуються в ґрунті. Вони можуть негативно впливати на подальшу родючість земель та здоров'я людей.





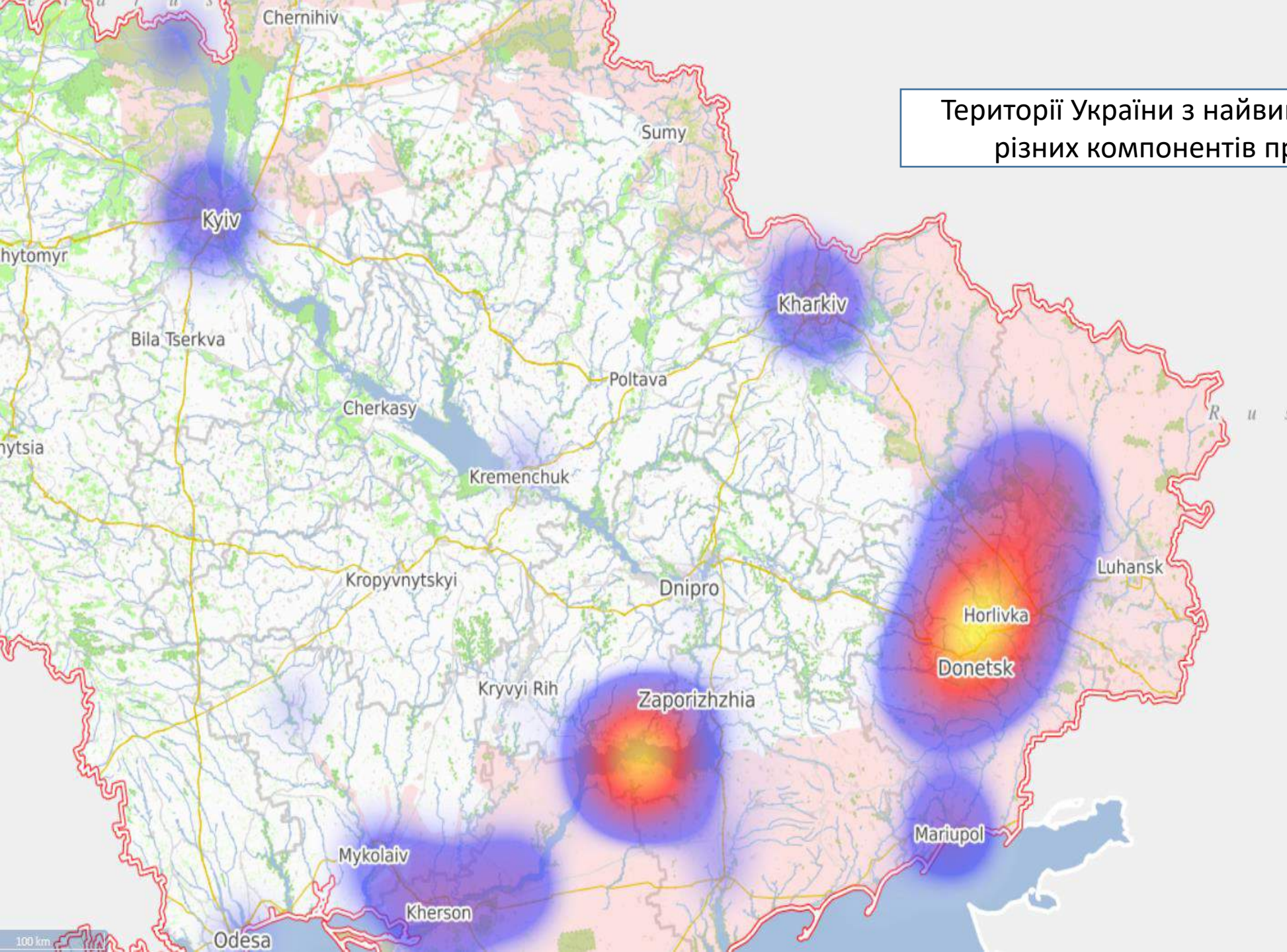


- Щонайменше **10,5** мільйонів гектарів сільськогосподарських угідь в Україні забруднено хімічними речовинами, що має значні наслідки для здоров'я та безпеки українців і громадян сусідніх країн, а також глобальної продовольчої безпеки.
- Понад **5 млн.** га сільськогосподарських угідь стали непридатними внаслідок видобутку корисних копалин і забруднення вибухонебезпечними залишками, переважно у східних і південних регіонах, які є районами інтенсивного сільськогосподарського виробництва. Це має наслідки для засобів до існування місцевого цивільного населення та глобального постачання продовольства.
- Російські атаки були спрямовані на нафтопереробні заводи, що призвело до витоку нафти та інших хімікатів у землю.





## Території України з найвищим ризиком забруднення різних компонентів природного середовища



- Industry and critical infrastructure +
- Damage or disruptions to industries +
- Damage or disruptions to settlements +
- Environmental risks +
- Fire areas
- Flooding of areas
- Potential damage to areas
- Base layers -
- Terrain
- Satellite

[Symbols](#)

[Monthly reports](#)

[About Ecodozor](#)

Ecodozor information platform is continuously improving, with data regularly added and updated. The platform's development and maintenance are ensured by [Zoi Environment Network](#) (Switzerland) with support from the [Organization for Security and Co-operation in Europe](#), the [UN Environment Programme](#), and the [REACH humanitarian initiative](#).

Developers and partners strive to ensure the quality and completeness of the information, but bear no responsibility for the accuracy of external data posted on the platform.

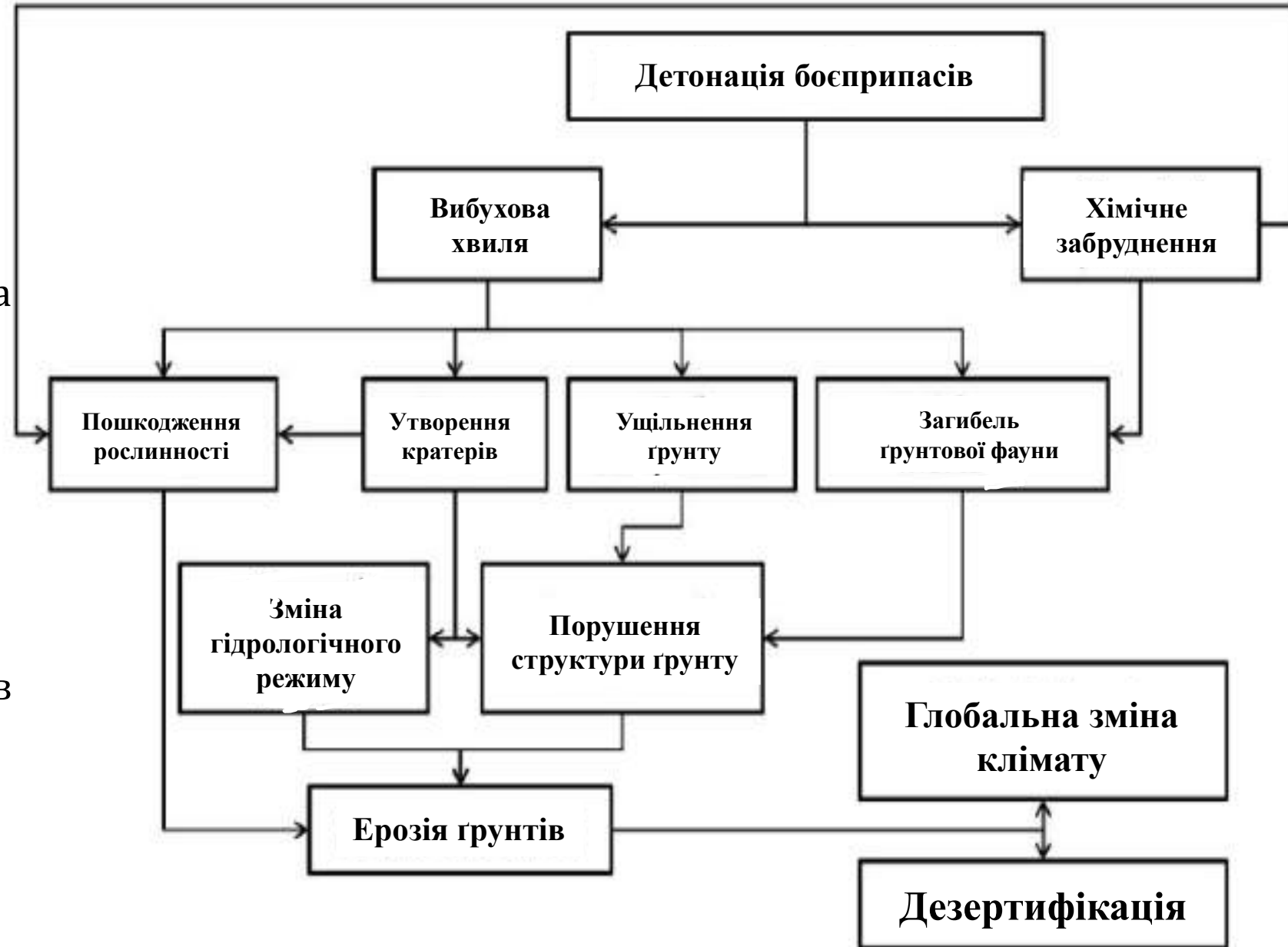
The boundaries and names shown, and the designations used on these maps, do not imply official endorsement or acceptance by the supporting partners.





Швидкість відновлення ґрунту – справа неймовірно затяжна, глобальна середня швидкість його утворення становить близько 0,06 мм/рік. Для чіткості розуміння механізму впливу детонації боєприпасів на довкілля наведено схему ▶

Простежуючи ланцюжки реакцій, приходимо до висновку, що наслідок ерозії ґрунтів – це втрата родючого шару та вивільнення накопиченої у ньому органіки в атмосферу. Що є основною причиною глобальних змін клімату та опустелювання.







- Після Першої світової посівні площі в Європі скоротилися на **22,6%**. Яке скорочення чекає Україну після завершення воєнних дій, зараз ще важко прогнозувати.
- Токсичні сполуки можуть проникати в ґрунт разом з опадами. Наприклад, сірка — компонент значної частини боєприпасів. Змішуючись з опадами вона перетворюється в ґрунті на небезпечну сірчану кислоту.
- В атмосфері оксиди сірки та азоту спричиняють кислотні дощі, які змінюють рН ґрунту та викликають опіки рослин.





# Інший аспект — важкі метали.



Сумський національний аграрний університет

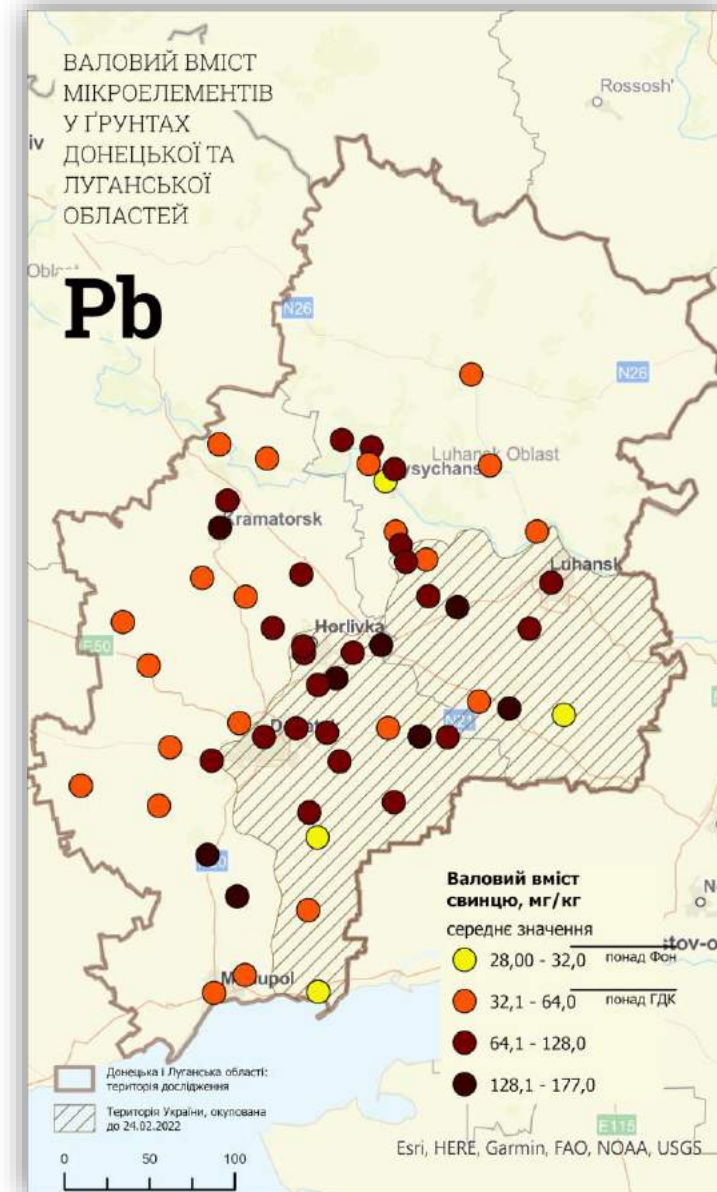
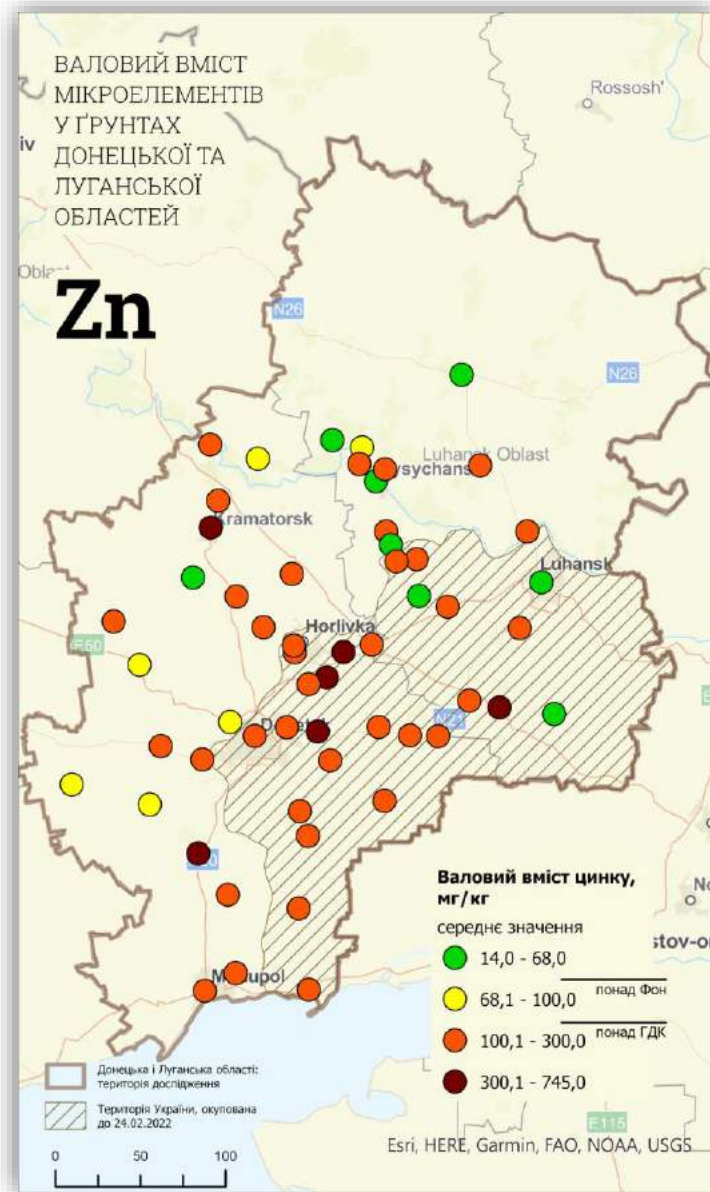
- У місцях бойових дій важкі метали подекуди перевищують фонові значення у **30 разів**. Небезпеку несуть і уламки боєприпасів. Артилерійські снаряди калібру 120 мм і 152 мм дають відповідно 1600-2350 та 2700-3500 уламків масою від 1 г. Чавун із домішками сталі є найбільш поширеним матеріалом для виробництва оболонки боєприпасів та містить у своєму складі не тільки залізо та вуглець, а й сірку, мідь та інші компоненти.







**Важкі метали**  
потрапляють до ґрунту,  
мігрують до ґрунтових  
вод і в результаті  
потрапляють до  
харчових ланцюгів,  
впливаючи і на тварин,  
і на людей.







- Забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами та іншими нафтопродуктами відбувається внаслідок руху та пошкоджень сухопутної військової техніки.
- В ґрунтах, просочених паливно-мастильними матеріалами, знижується водопроникність, витісняється кисень, порушуються біохімічні та мікробіологічні процеси.
- Внаслідок цього погіршується водний, повітряний режими та колообіг поживних речовин, порушується кореневе живлення рослин, гальмується їх ріст і розвиток, що спричиняє загибель.







- На жаль, доступу для повноцінного аналізу стану ґрунтів у межах ведення воєнних дій немає. З початку війни з Росією ще з 2014 року науковці та експерти отримували деякі зразки для оцінки та аналізу стану ґрунтів і загалом довкілля (наприклад, ООН чи ОБСЄ).
- Проте це лише спорадична інформація, а для «встановлення діагнозу» важливо мати доступ до повного обстеження та моніторингу стану ґрунтів. Наразі, коли війна триває, такі дані є важкодоступними.
- Відновлення ґрунтів — тривалий процес, навіть із людською допомогою він не буде швидким.

### Кількість екозлочинів РФ по областях







## Щодо безпосередніх заходів відновлення деградованих ґрунтів, то це:

- **Механічний** – зняття верхнього шару, оранка, розпушування, вологе накопичування, інше;
- **Фізико-хімічний** – використання природних і штучних сорбентів, спеціальних реактивів, внесення добрив, інше;
- **Біологічний** – інтенсифікація процесів самоочищення, використання біопрепаратів і мікроорганізмів, інше.
- **Комплексний.**
- Наприклад, механічний доцільний, якщо вирва метр завглибшки – її можна засипати родючим ґрунтом. Однак використання артилерійських боєприпасів і РСЗВ призвели до утворення вирв до 7 метрів – таку яму просто не заповниш землею після знезараження.
- Тут можна застосувати комплексний і біологічний методи – наситити мікроорганізмами чи обробити біопрепаратами та лишити на певний час, створивши такі собі «острови природних» екосистеми посеред ріллі. Вони, як лісосмуги, захищають і відновлюють поле.



# ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ПОРУШЕНИХ ГРУНТІВ

**КОНСЕРВАЦІЯ** — часткове або повне виведення земельної ділянки із господарської діяльності на визначений період часу.



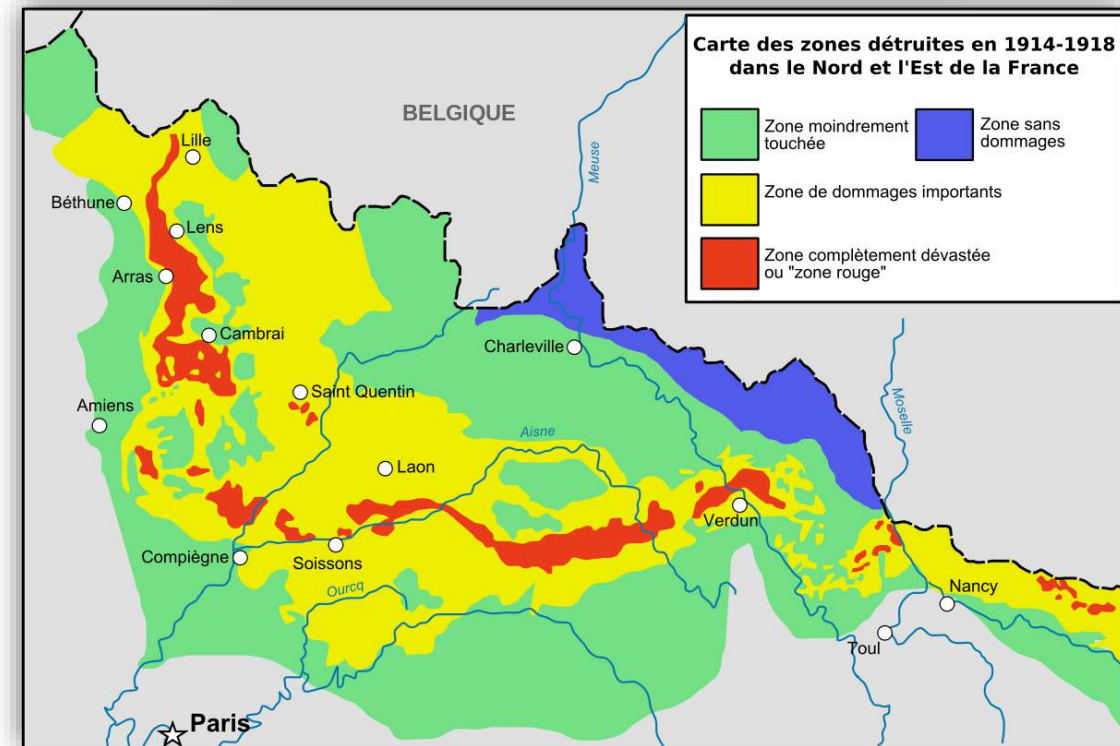


# Що робити із землями, пошкодженими внаслідок бойових дій?

Найлегше рішення безпечне для людей та екосистем – просто залишити забруднені боєприпасами території.

Як це, наприклад, зробили у Червоній зоні (Zone Rouge фр.) у північно-східній Франції. Понад 1200 км<sup>2</sup> родючої французької землі в районі Верденської битви були визнані владою як "повністю порушені", була введена сувора заборона доступу; територію було класифіковано за ступенем ушкодження.

Згодом шляхом очищення площу особливо ураженої зони вдалося знизити до 100 км (приблизно розміром з Париж), втім, туди все ще заборонено в'їжджати і використовувати землю в сільському господарстві. Для місцевих аграріїв та селян, безумовно, це була величезна втрата.





- Втім, на тій території, де довгі роки не ступала нога людини, рослини змогли відвоювати колись забрану в обробку людиною територію, а вирви від вибуху боєприпасів стали частиною ландшафту, заповнившись водою та утворивши нові типи оселищ.
- Реабілітація землі, розчленованої вирвами, є ресурсовитратним шляхом, тому рішення щодо нього слід приймати з урахуванням аналізу щільності та важкості наслідків ушкоджень. Адже альтернативний сценарій - "залишити територію у спокої та дати природі відновитися" - не вимагає жодних засобів.



- Поле битви під Верденом, що демонструє наслідки обстрілів приблизно через 85 років після закінчення Першої світової війни.



- На території В'єтнаму в 1986 році вирішили заповідати ліси, що особливо постраждали від хімічного ураження (розпорошення армією США діоксину з літаків) під час В'єтнамської війни, створивши **Nui Sam Nature Reserve**.

- Команда вчених цілеспрямовано працювала над тим, щоб відновити ліси В'єтнаму в тій кількості, в якій вони росли там до 1940-х років, з деяким промисловим резервом. Їм це вдалося зробити у 2010 році.







**РЕМЕДІАЦІЯ ДЕГРАДОВАНИХ  
ҐРУНТІВ** – це процес  
відновлення якості ґрунту,  
який став пошкодженим або  
забрудненим внаслідок різних  
антропогенних або природних  
впливів.

Цей процес може включати в  
себе ряд технік та стратегій для  
вилікування ґрунту і  
повернення його до  
природного стану.







- **ФІТОСАНАЦІЯ** – обробка забрудненої території рослинами-концентраторами для усунення забруднювачів шляхом розщеплення забруднювача корінням рослин до менш токсичного елемента або поглинання забруднювача, накопичення його в стеблах і листі рослини.

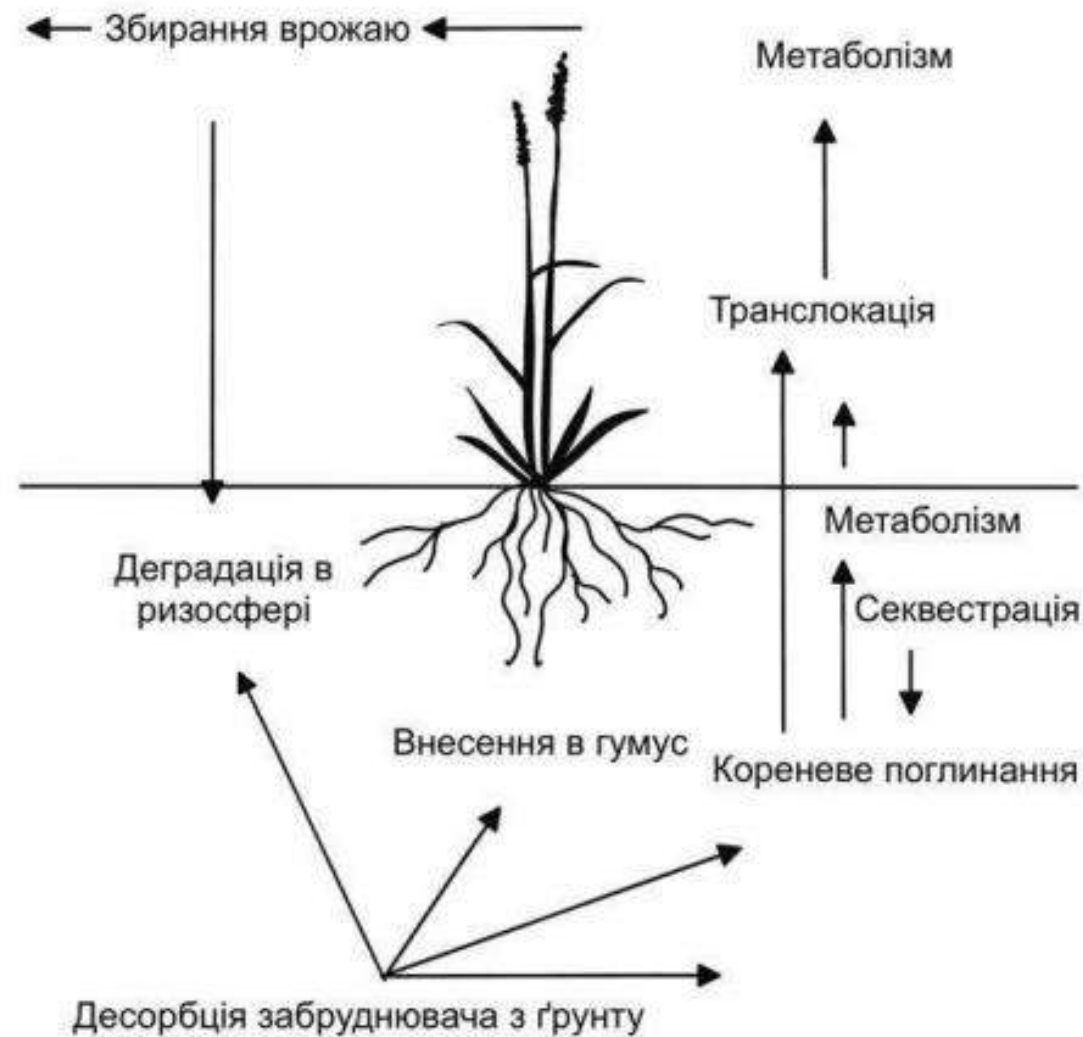
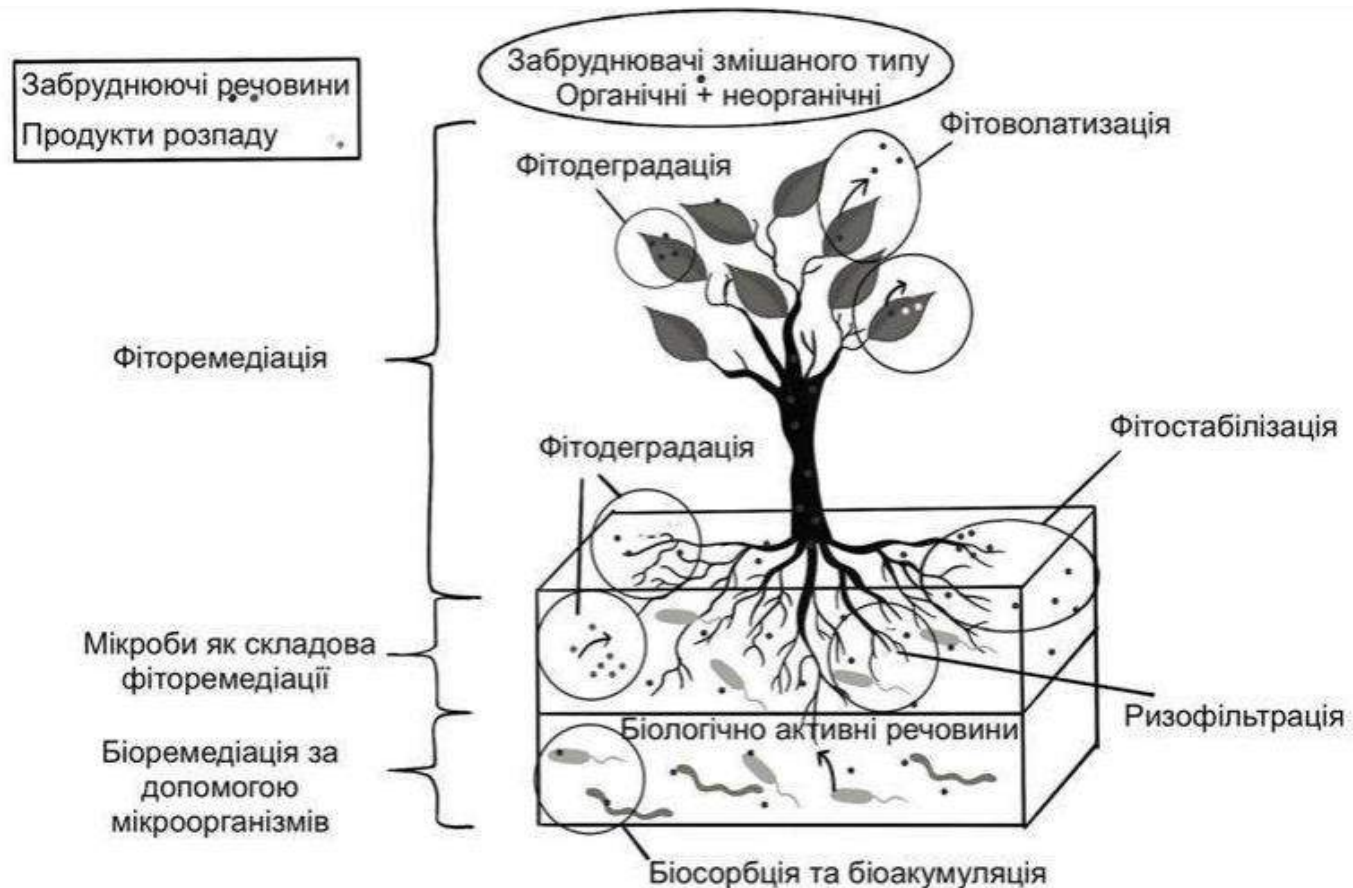


Схема вилучення забруднюючих речовин способом фітосанації



**ФІТОЕКСТРАКЦІЯ** — висаджування рослин з високою біомасою, які поглинають і накопичують важкі метали, надлишок катіонів або поживні речовини у пагонах.

Потім їх збирають і безпечно утилізують.





- Колектив учених з ННЦ Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського розробив шляхи фітомеліорації та ремедіації деградованих ґрунтів способом вирощування такої культури як **міскантус гігантський**. Це культура, яка вилучає або фільтрує значну частину вуглецю в кореневій системі, частка якої поступово перетворюється на гумус. Тобто покращує властивості ґрунту та забезпечує відтворення його родючості.
- Також в Україні було розроблено спосіб вирощування сільськогосподарських культур на ґрунтах, які є забрудненими. Цей спосіб передбачає передпосівну обробку ґрунту та насіння шляхом **дражування біогумусом**. Навіть є патенти з використання біогумусу червоного каліфорнійського черв'яка.





**Коноплі** виносять із ґрунту багато свинцю, кадмію, міді та цинку.

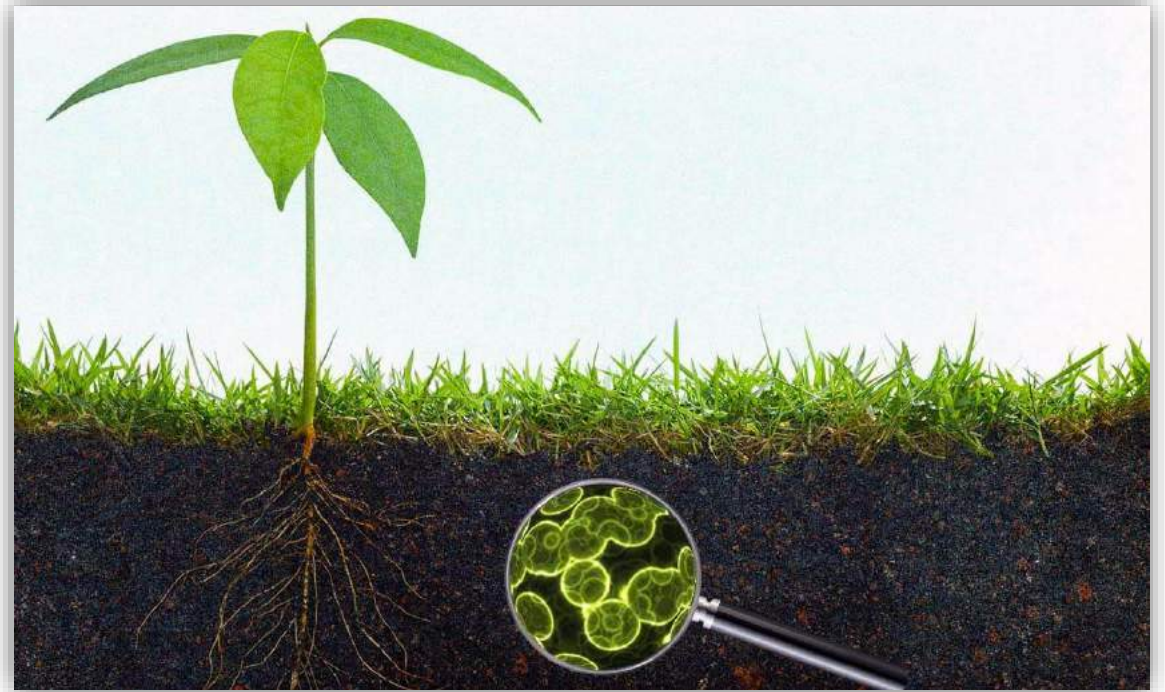
За вмістом важких металів **горох** на забруднених ґрунтах близький до конопель, але їх винос менший (біомаса конопель більша).

Загалом перелік культур для фіторемедіації досить широкий, проте залишається відкритим питання подальшої утилізації рослинних решток із високим вмістом забруднювача.





- Якщо поле вигоріло, то у верхньому шарі ґрунту (до 5-10 см) відбувається повна або часткова стерилізація, і внесення мікробіологічних препаратів теж сприятиме швидшому відновленню мікрофлори.
- Також ці засоби можуть допомогти і з проблемою паливо-мастильного забруднення ґрунтів. Дослідження показали, що на ділянках, забруднених нафтопродуктами, окремі групи мікроорганізмів сприяли втричі швидшій їх деструкції.





- **Хімічна меліорація.** На кислих ґрунтах можна зменшити рухомість важких металів і радіонуклідів за рахунок внесення вапнякових матеріалів.
- При рН 6,5 спостерігається найменша розчинність і, відповідно, доступність важких металів.
- Кальцій є антагоністом не тільки для забруднювачів, тому при вапнуванні можуть блокуватися рухомі сполуки макро- і мікроелементів (фосфор, цинк, марганець тощо), що варто враховувати при побудові системи удобрення.
- На лужних ґрунтах для боротьби із забруднювачами варто проводити гіпсування.



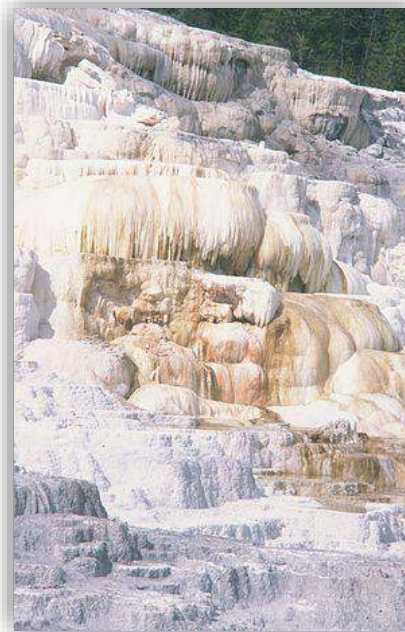




Для детоксикації надлишку важких металів також можна використати **цеоліти**.

Так при їх застосуванні на кислих ґрунтах, забруднених свинцем, вдавалося знизити вміст цього металу на **30%**.

Серед інших матеріалів доведена ефективність **базальтових туфів**, які, як сорбенти, очищують ґрунти від радіонуклідів і важких металів.







На полях, які вигоріли, відбувається зниження вмісту гумусу, знищення мікробіоти і рослинних решток, а концентрації рухомих форм важких металів підвищуються.

**Органічні добрива** можуть поступово виправити негативні наслідки пожеж.







- **Фосфорні добрива** мають здатність до детоксикації важких металів. В результаті взаємодії у ґрунті утворюються фосфати металів (свинцю, цинку та ін.), які є важкорозчинними сполуками і малодоступні для рослин. На кислих ґрунтах економічно доцільніше використання фосфоритного борошна.
- Внесення підвищених доз **калійних добрив** на тлі збалансованого азотного і фосфорного живлення сприяє меншому накопиченню цезію-137 в рослинах. Пов'язано це з тим, що цезій-137 є хімічним аналогом калію.





**Рекультивація** сильно порушених ґрунтів здійснюється шляхом механічного загортання бульдозерами та грейдерами без урахування генетичних горизонтів.

В такому випадку відновлення ґрунту триватиме десятки років із необхідністю серйозних інвестицій в органічні добрива, меліоранти та ін.







## Що робити аграріям?

- Обмежити використання замінованих та забруднених територій;
- Провести фізико-хімічну оцінку ґрунтів свого земельного банку;
- Пошкоджені ділянки низького та середнього рівня необхідно рекультивувати;
- Пошкоджені ділянки катастрофічного рівня необхідно консервувати (тимчасове виведення з обробітку).

- Зняття забрудненого шару із подальшим завезенням ґрунту хорошої якості є досить затратним.
- В тих випадках, коли ймовірні витрати не окупляться десятками чи сотнями років, доцільно законсервувати пошкоджені ділянки і дозволити природі запуснути процес самовідновлення.
- Проте якщо рівень забруднення високий, а небезпечний забруднювач зможе (залежно від ґрунтово-кліматичних умов) може легко мігрувати у підґрунтові води, то без заходів покращення не обійтися. І тут питання не в економічній доцільності, а в інтересах екологічної безпеки держави.





- Після рекультивації та фізико-хімічної оцінки пошкоджених земель можна впроваджувати технології **органобіологічного землеробства** для підтримки задовільного стану ґрунтів та його покращення.
- Це можливо на тих територіях, які не були забруднені важкими металами та іншими небезпечними сполуками в значній кількості.



## Шляхи покращення стану ґрунтів, які не зазнали значного впливу та можуть використовуватися в сільському господарстві:

- Оптимізація технологій обробітку ґрунту, перехід на більш ощадливі, зменшення кратності проходження техніки (strip-till, no-till, внесення з дронів, маршрутизація техніки, застосування широкозахватних агрегатів, практикувати технології прямого висіву тощо);
- Планування сівозмін;
- Застосування біологічних препаратів з доказовою базою, які здатні відновити біологічне різноманіття;
- Застосування сидератів і багаторічних трав;
- Робота з рослинними рештками (повернення органіки в ґрунт, застосування оздоровлювачів ґрунту, які здатні пригнічувати розвиток фітопатогенів);
- Внесення гноєвих компостів;
- Відновлення полезахисних лісосмуг.







- Землі, пошкоджені внаслідок бойових дій, можуть бути відновлені із застосуванням цілого арсеналу технік. Щодо земель, забруднених хімічними речовинами, розроблені численні методи фізичної, хімічної та біологічної ремедіації (очищення).
- Тут йдеться про рекультивацію земель – перетворення забруднених земель у придатні для подальшого господарського використання. Вибір технології рекультивації визначається характером та ступенем забруднення, цільовим призначенням або використанням ділянки, а також від наявності результативних та економічно ефективних технологій.
- Альтернатива – консервація земель, які зазнали катастрофічних пошкоджень. При цьому передбачається припинення чи обмеження господарського використання земель на визначений термін, відновлення відбувається у природний спосіб.
- Додатковий інструмент підтримки таких територій – надання природоохоронного статусу для ефективнішого їх менеджменту. Інший важливий напрям – розробка нормативно-правової бази щодо врегулювання питань пошкоджених ґрунтів.



Сумський національний  
аграрний університет



**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!**