

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М.К. Шикули

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для виконання курсової роботи з навчальної дисципліни

“Рекультивация і повосінне відновлення земель”

здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти

за спеціальністю Н1 Агрономія

(освітньо-професійна програма

«Охорона та технології відновлення ґрунтів»)

Методичні рекомендації для виконання курсової роботи охоплюють теоретичний матеріал і лабораторний практикум з дисципліни “Рекультивация і повоєнне відновлення земель”, складені відповідно до навчального плану підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю Н1 Агрономія (освітньо-професійна програма «Охорона та технології відновлення ґрунтів»).

Укладач: доктор сільськогосподарських наук, професор В.О. Забалуєв

Завданням курсової роботи є поглиблення теоретичних знань і розробка практичних заходів з технології рекультивації земель, які були техногенно порушеними і механічно зруйнованими у результаті воєнних дій для їх раціонального використання і розробки комплексу заходів з відтворення родючості.

Метою курсової роботи є формування у студентів поняття важливості відновлення порушених, зруйнованих і зіпсованих земель для створення оптимального середовища довкілля на, а також для закріплення здобувачами основних понять у сфері відновлення ґрунтових ресурсів, які були знищені, порушені чи зіпсовані техногенезом і/або воєнними діями для подальшого використання у сільськогосподарському виробництві; повернення порушених земель у господарське користування; створення на місці порушень продуктивних і раціонально організованих культурних антропогенних ландшафтів; поліпшення умов навколишнього середовища.

Зміст і вимоги до окремих розділів курсової роботи

У **ВСТУПІ** акцентується увага на актуальність і необхідність рекультивуації земель, порушених у результаті техногенезу і воєнних дій.

У **РОЗДІЛІ 1** розкривається інформація про **техногенні ландшафти, причини їх виникнення, вплив на довкілля.**

Зробити критичний аналіз відомої інформації щодо техногенного руйнування ґрунтового покриву, формування техногенно-деструктивних ландшафтів. Показати негативні наслідки техногенезу на рослинний і тваринний світ, гідрогеологічні і гідрологічні умови оточуючої території, на повітряний басейн, вплив на санітарно-гігієнічні та естетичні умови (комфортність) ландшафтного довкілля.

Розкрити підходи до методології вибору стратегічних напрямів і видів рекультивації земель, перспективні напрями рекультивації.

У **РОЗДІЛІ 2 «ПРИКЛАДНА РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ТЕХНОГЕННО ПОРУШЕНИХ І МІЛІТАРНО ЗРУЙНОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ»** на конкретному об'єкті, який потребує рекультивації, обґрунтувати вибір технології конструювання культурних ландшафтів.

Вказати на особливості підготовчого етапу і технічної рекультивації порушеної (зруйнованої, зіпсованої) земельної ділянки.

Описати принципи формування штучного рельєфу та підґрунтя для реновації біосферних функцій ґрунтового покриву.

Навести едафічні характеристики ґрунтово-літогенних ресурсів (родючих і потенційно родючих субстратів) для використання в процесі рекультивації земельної ділянки об'єкту рекультивації.

Обґрунтувати, запропонувати і описати раціональні моделі техноземних ґрунтів для рекультивації конкретної земельної ділянки як об'єкту рекультивації.

Розробити алгоритм конструювання техноземів на природно-антропогенних критеріях умов ґрунтоутворення з урахуванням характерис-

тик вихідних ґрунтів (ґрунтової маси) і потенційно родючих субстратів. При цьому максимально врахувати кількісні характеристики компонентів природно-антропогенної едафічної системи, вплив факторів ґрунтоутворення у часі та варіативність сконструйованої едафічної системи за впливу елементарних ґрунтових процесів, варіабельності їх окремих ознак та компонентів.

Схема алгоритму передбачає реалізацію природних ресурсів, умов і властивостей ґрунтів, ґрунтоутворювальних та підстилаючих порід.

Алгоритм враховує такі базові показники:

1. Кліматичні ресурси:

- середньорічна та посезонна кількість атмосферних опадів,
- сума температур $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- гідротермічний коефіцієнт (ГТК), середньорічний та за вегетаційний період,
- глибина та тривалість промерзання ґрунту,
- періоди дефіциту ґрунтової вологи,
- кількість сонячної радіації,
- «роза» вітрів та ін.

2. Умови рельєфу:

- характеристика вихідного мезо- та мікрорельєфу,
- дренавання поверхні,
- рівень ґрунтових вод,
- склад внутрішньоґрунтових та ґрунтових вод та їх мінералізація.

3. Склад та властивості гумусованої ґрунтової маси, що використовується для формування едафічних конструкцій.

4. Склад та властивості субстратів (гірських порід або продуктів, що їх замінюють), що використовуються для формування едафічних конструкцій.

5. Склад (гранулометричний, хіміко-мінералогічний) та властивості (фізичні, фізико-хімічні, хімічні та агрохімічні) підстилаючої основи.

В результаті аналізу вхідних даних розробити основні параметри моделі технозему для конкретної земельної ділянки, що підлягає рекультивации: бу-

дову профілю, обґрунтування параметрів системи горизонтів майбутнього ґрунту, а також компонентів кожного з них у визначеній послідовності.

У РОЗДІЛІ 3 «ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОГЕННИХ ҐРУНТІВ В РІЗНИХ ЛАНДШАФТНО-БІОКЛІМАТИЧНИХ ЗОНАХ» узагальнюють кращі технології рекультивації земель в різних зонах України та інших держав. Згідно індивідуального завдання описати досвід рекультивації порушених земель на прикладі конкретного об'єкта.

Запропонувати розрахунки еколого-економічної ефективності рекультивації післяпромислових земель або земельної ділянки, зруйнованої у результаті воєнних дій (моніторинг якості, експертна оцінка, соціальні наслідки).

У ВИСНОВКАХ узагальнюють результати і вказують на необхідні заходи для раціонального використання рекультивованої ділянки.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота виконується на стандартних аркушах паперу формату А4. Текст розміщується з одного боку листка. Ширина полів зліва 30, справа 10, зверху 20, знизу 25 мм.

Розділи курсової роботи послідовно нумеруються арабськими цифрами, підрозділи - двома арабськими цифрами, між якими ставиться крапка: перша означає номер відповідного розділу, друга - підрозділу. Наприклад, 1.2 - другий підрозділ першого розділу, 2.4 - четвертий підрозділ другого розділу.

Кожен розділ починається з нової сторінки. Робота повинна бути зброшурованою. Якість роботи значно підвищується, якщо вона містить малюнки, графіки, фотознімки.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М.К. Шикули

Курсова робота з дисципліни
«Рекультивация і повосенне відновлення земель»

ВИКОНАВ:

магістр

ПІБ. _____

ПЕРЕВІРИВ:

проф. Забалуєв В.О.

Рекомендована література

1. Ангурець О., Хазан П., Колесникова К. та ін. Вплив бойових дій на земельні ресурси України. Наслідки для довкілля війни росії проти України. 2022.
2. Балюк С.А., Кучер А.В., Солоха М.О. та ін. Вплив збройної агресії та воєнних дій на сучасний стан ґрунтового покриву, оцінка шкоди та збитків, заходи з відновлення: наук. доп. Харків: ФОП Бровін О.В., 2022. 102 с.
3. ДСТУ 7705:2015. Захист довкілля. Рекультивація земель. Терміни та визначення понять. [Чинний від 2016-08-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 17 с. (Державний стандарт України).
4. ДСТУ 7905:2015. Захист довкілля. Придатність порушених земель для рекультивації. [Чинний від 2016-07-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 15 с. (Державний стандарт України).
5. ДСТУ 7906:2015. Захист довкілля. Придатність розкритих та вміщувальних гірських порід для біологічної рекультивації. [Чинний від 2016-07-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 9 с. (Державний стандарт України).
6. ДСТУ ГОСТ 17.4.3.01:2019. Охорона довкілля. Якість ґрунту. Загальні вимоги до відбирання проб. [Чинний від 2019.04.01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. (Національний стандарт України).
7. ДСТУ 7874:2015. Охорона ґрунтів. Деградація ґрунтів. Основні положення. [Чинний від 2015-06-22]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016.9 с.
8. Сплодитель А., Голубцов О., Чумаченко С, Сорокіна Л. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу; за ред. Н. Гозак, М. Дячук, Л. Федорова. Київ: ГО Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. 32 с.
9. Стан і завдання наукового забезпечення управління ґрунтовими ресурсами на етапі збройної агресії та післявоєнного відновлення: монографія; за ред. С.А. Балюка, А.В. Кучера. Київ: Аграрна наука, 2023. 168 с.
10. Балаєв А.Д., Забалуєв С.В. Гумусонакопичення в різноякісних за літогенним складом техноземах в умовах південного Степу України //Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Аг-

рономія, 2013. № С. 206–210.

11. Забалуєв С.В., Балаєв А.Д. Літологічна характеристика осадових гірських порід як передумова їх здатності до ґрунтоутворення // Біоресурси і природокористування. 2014. - №1-2.- С. 45–49.

**Додаткова і довідкова інформація для виконання курсової роботи щодо
земельних ділянок, пошкоджених унаслідок воєнних дій**

**Негативні наслідки від механічного і фізичного порушення ґрунтового
покриву земельних ділянок сільськогосподарського використання,
спричинених воєнними діями**

Воєнні дії на території України охопили значні території в різних природно-кліматичних зонах, що призводить до широкомасштабної руйнації ґрунтового покриву з притаманними ґрунту продуктивними та еколого-відновлювальними функціями. Локально спостерігається деформація поверхні, захаращення та вивертання на поверхню низькородючих і гірських порід, забруднення токсичними хімічними речовинами.

З початком війни до категорії деградованих земель слід віднести і земельні ділянки, на яких унаслідок воєнних дій відбулася активізація одного або кількох видів деградації (механічної, фізичної, хімічної, фізико-хімічної, пірогенної та ін.). Такі землі зазнали: механічної деградації (порушення ґрунтового профілю, винос на поверхню та перемішування ґрунтової маси та ґрунтотвірної породи, поширення на територію, яка перевищує в кілька разів площу порушення, поява невластивих природному ґрунту включень військового походження); фізичної деградації (переущільнення, знеструктурення); хімічної деградації (забруднення); фізико-хімічної деградації (дегуміфікація, підкислення, підлуження); біологічної деградації (зменшення мікробо-, фіто- і зоорізноманіття). Сукупно ці види складають новий тип деградації ґрунтів – мілітарний. Антропогенно керованим чинником негативного впливу на ґрунти є руйнівний вплив воєнних дій, які узагальнено поділяють на: фізичні – руйнування ґрунтового профілю, обумовлене внаслідок будівництва фортифікаційних споруд і бойових дій (утворення вирв від різних снарядів), ущільнення через рух воєнної техніки та розмінування території; хімічні — потрапляння у ґрунт від детонації снарядів різних видів та потужностей низки за-

бруднювальних речовин, таких як важкі метали, нітроароматичні вибухові речовини, фосфорорганічні нервово-паралітичні речовини, діоксини або радіоактивні елементи, а також забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами та іншими нафтопродуктами, застосування хімічної зброї; біологічні - застосування біологічної зброї - збудників смертельних для людей хвороб, отруювання джерел води, вивільнення трупних отрут у місцях стихійних або масових поховань. Негативні наслідки цих чинників посилюють пірогенний вплив через випалювання і вигорання на поверхні ґрунту, що може сприяти розвитку вітрової та водної ерозії.

Переуцільнення ґрунту призводить до втрати зниження родючості і врожаю впродовж наступних років. Ці впливи суттєво розповсюджені на орних землях внаслідок ведення бойових дій, насамперед в регіонах, де відбувалися і відбуваються позиційні бої, де війська знаходяться понад один місяць. На таких землях фіксується затримка росту і розвитку рослин порівняно з непорушеними ґрунтами.. Також ґрунти у зонах ведення бойових дій містять різну кількість включень – снарядів та їх уламків, які, хоч і є відносно інертними, проте перешкоджають проведенню обробітку ґрунту, можуть зберігати вибухові уражуючі властивості.

З початком війни до категорії деградованих земель слід віднести і земельні ділянки, на яких унаслідок воєнних дій відбулася активізація одного або кількох видів деградації (механічної, фізичної, хімічної, фізико-хімічної, пірогенної та ін.). Такі землі можуть зазнати: механічної деградації (порушення ґрунтового профілю, винос на поверхню та перемішування ґрунтової маси та ґрунотворної породи, поширення на територію, яка перевищує в кілька разів площу порушення, поява невластивих природному ґрунту включень військового походження); фізичної деградації (переуцільнення, знеструктурення); хімічної деградації (забруднення); фізико-хімічної деградації (дегуміфікація, підкислення, підлуження); біологічної деградації (зменшення біорізноманіття).

Оцінювання мілітарної деградації ґрунтів здійснюють за змінами параме-

трів показників відносно початкових значень (якщо на пошкодженому полі були відібрані ґрунтові зразки до початку бойових дій), а за відсутності початкових – відносно їх еталонних значень.

Типізація механічно пошкоджених земель за формами руйнування ґрунтового профілю

Механічне пошкодження ґрунтів мілітарного характеру обумовлена зниженням якості ґрунту, що проявляється у механічній деформації ґрунтового покриву під час переміщення колісної та гусеничної військової техніки, тимчасової чи довготривалої дислокації військових підрозділів, будівництва наземних і підземних захисних споруд, мінування та розмінування територій, будівництва оборонної інфраструктури тощо. Утворення вирв (кратерів) від бомбардування різної глибини, форми і діаметру – найбільш поширений вид механічного пошкодження ґрунтів.

До механічного руйнування ґрунтів призводять також створення фортифікаційних споруд (риття окопів, бліндажів, влаштування бойових позицій, земляних складів для боєкомплектів). Окрім цього, ґрунти засмічуються і забруднюються різноманітними мілітарними включеннями у вигляді гільз, упакування від вибухових речовин, а також боєприпасів, які не розірвалися і є великою небезпекою для життя людини та навколишнього природного середовища.

У місцях облаштування польових таборів, привалів і казарм територія полігонів найчастіше засмічується побутовим сміттям, пакувальними матеріалами з-під боєприпасів, маскувальним матеріалом, комунально-побутовими відходами, тощо.

Механічна деформація ґрунтів у результаті військових дій супроводжується складними процесами: стисненням твердих часток, стисненням води та повітря, що знаходяться в порах ґрунту, руйнуванням зв'язків між частками та їхнім взаємним зміщенням, зміною товщини плівок води та віджиманням

вільної води з пор ґрунту. Ущільнений унаслідок механічного впливу ґрунт стає більш стійким до подальшого воєнного впливу в умовах постійної нестачі продуктивної вологи.

Вимоги до рекультивованих земельних ділянок сільськогосподарського призначення, порушених воєнними діями

Головними вимогами до рекультивованих земельних ділянок сільськогосподарського призначення, порушених воєнними діями є виконання комплексу заходів, спрямованих на зменшення неоднорідності (строкатості) параметрів ґрунтового покриву. Це забезпечується за рахунок підбору субстратів з подібними параметрами. Вибір видів робіт із вертикального планування ґрунтового профілю залежить від розмірів порушеної поверхні, а також від фізико-біологічних властивостей ґрунтів.

Параметри субстратів, які використовуються для створення техноземних конструкцій (гумусованість, гранулометричний склад, реакція ґрунтового середовища, забезпеченість доступними рослинам елементами живлення, ступенем засолення і осолонцювання та ін.) повинні відрізнятися не більше, ніж на 10%.

Не менш важливим чинником успішності рекультивації є заходи із запобігання локального просідання відновлених земельних ділянок. Рельєф і форма рекультивованих ділянок повинні забезпечувати їх ефективне господарче використання. Рельєф і експозиція схилів є основними чинниками, що обумовлюють мікроклімат порушеної території. Період часу, необхідний для самоущільнення різноманітних видів насипних ґрунтів і досягнення рівноважної щільності складення, становлять: для насипних ґрунтів піщаного і супіщаного гранулометричного складу – до двох років; для суглинкових – 2-3 роки; для глинистих субстратів – 4-5 років. Тому необхідно виконувати роботи з планування поверхні ґрунтового покриву щорічно впродовж вказаного періоду. Залежно від обсягів робіт такі планування виконуються як типовими

сільськогосподарськими агрегатами – різноманітними боронами, культиваторами, так і спеціальним обладнанням – планувальниками, бульдозерами, грейдерами.

Вимоги до якісних характеристик субстратів, що використовується для формування техноземних конструкцій (гумусованої ґрунтової маси, підґрунтя з потенційно-родючих гірських порід, інших природних і синтетичних субстратів)

Основні критерії при встановленні потужності гумусованого шару ґрунту, що рекомендовано для нанесення - це рівень родючості ґрунтової суміші, що утворюється при змішуванні генетичних горизонтів. Бонітет такої суміші не повинен відрізнятися від ґрунту на поряд розташованих непорушених ділянках на показник, який не перевищує 10%. Рівень родючості відновленого ґрунту повинен відповідати вимогам сільськогосподарських культур, які вирощуються у конкретній природно-кліматичній зоні.

Для обґрунтування параметрів потужності гумусованого шару, що підлягає зняттю, використовують такі показники:

- вміст гумусу (%), за ДСТУ 4289:2004, по нижчій межі гумусованого шару повинен складати не менше 1; для районів розповсюдження ґрунтів з низьким вмістом гумусу - дерново-підзолистих, дернових і інших нижня межа вмісту гумусу встановлюється в кожному конкретному випадку;

- величина рН водної витяжки для чорноземів та каштанових ґрунтів, за ГОСТ 26423 повинна складати 5,5-8,2;

- величина рН сольової витяжки за ГОСТ 26483 для дерново-підзолистих, ясно-сірих, сірих, темно-сірих ґрунтів та чорноземів опідзолених повинна складати не менше 4,5;

- вміст обмінного (рухомого) алюмінію (мг/100 г), за ГОСТ 26485, при $pH_{\text{сол.}} < 5$ повинен складати не більше-3;

- масова доля обмінного натрію (%), від ємності катіонного обміну, по-

винна складати: в суміші родючого шару чорноземів, темно-каштанових, каштанових ґрунтів в комплексах із солонцями - не більше 5; визначення обмінного натрію проводиться за ММВ 31-497058-007-2005.

- масова доля водорозчинних токсичних солей у гумусованому шарі ґрунту не повинна перевищувати 0,25 % від маси ґрунту; вимірювання та розрахунок суми токсичних солей проводиться згідно ГОСТ 17.5.4.02;

- вміст фракцій гранулометричного складу менше 0,01 мм, за ММВ 31-497058-010-2003, повинен бути в межах 10(15)-65 %;

- вміст CaCO_3 повинен бути не більше 30 %; визначення CaCO_3 , проводять при $\text{pH}_{\text{вод.}} > 7,0$ за ММВ 31-497058-021-2005;

- вміст $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ у солянокислій витяжці, %, за ДСТУ 150 11048:2001, повинен складати не більше 10.

Гумусований шар ґрунту, який підлягає зняттю, не повинен містити: радіоактивних елементів, важких металів, залишкових кількостей пестицидів та інших токсичних речовин, що перевищують нормативні рівні для цих речовин.

За дефіциту гумусованої ґрунтової маси можливе використання субстратів потенційно родючих гірських порід. Такі субстрати повинні відповідати вимогам ДСТУ 7906:2015 «Захист довкілля. Придатність розкривних та вміщувальних гірських порід для біологічної рекультивації земель. Класифікація». Основними параметрами для визначення їх придатності є показники гранулометричного складу і ґрунтово-геологічна характеристика, показники хімічного складу (реакція середовища, засоленість, кількість гіпсу, карбонатів, поглинутого натрію в ГВК, вміст рухомого алюмінію, важких металів та радіоактивних елементів).

Джерела забезпечення субстратами для виконання земляних робіт на технічному етапі рекультивації

Для рекультивації вирв різного діаметру і глибини необхідна певна кількість субстратів. Найбільш поширеним субстратом є гумусована ґрунтова

маса, яку відбирають із непорушеної земельної ділянки, що безпосередньо межує з вирвами. Якщо глибина вирви перевищує глибину ґрунтового профілю (до порушення), доцільно використовувати матеріал, подібний до материнської породи.

У процесі рекультивації вирв можливо використовувати для формування підстилаючої основи (нижньої частини негумусованої товщі ґрунтової конструкції) й інші субстрати – полідисперсні нефітотоксичні матеріали природного або штучного походження з подібними фізичними параметрами, насамперед за дисперсністю (допустиме відхилення $\pm 10\%$ за вмістом фракції «фізичної глини»).

Технологія рекультивації сільськогосподарських земель, пошкоджених вирвами різної глибини і різного діаметру залежно від якісних характеристик ґрунтового покриву

Роботи з рекультивації виконують згідно з робочими проектами землеустрою щодо рекультивації порушених земель із визначенням основних проектних рішень, виконання яких забезпечує ефективне використання рекультивованих ділянок, установлення обсягів, технології та черговості проведення відновлювальних робіт, визначення кошторисної вартості рекультивації (Правила розроблення робочих проектів землеустрою, 2022).

Рекультивація ґрунтового покриву, порушеного унаслідок воєнних дій, здійснюється лише після розмінування земельних ділянок, видалення уламків і залишків воєнної техніки і інших включень мілітарного характеру. Для реалізації проекту з рекультивації конкретного об'єкту і початку виконання робіт необхідно отримати відповідний дозвіл від ДСНС.

Розробку проектів рекультивації порушених земель здійснюють на основі діючих екологічних, санітарно-гігієнічних, будівельних та інших нормативних документів і національних стандартів з урахуванням природно-кліматичних умов, місця розташування об'єкта рекультивації, думки власни-

ка ділянки та акту обстеження порушеної земельної ділянки для узгодження проектних рішень по рекультивації із зацікавленими сторонами.

При розробці проектів рекультивації мілітарно порушеної земельної ділянки приймають до уваги такі характеристики:

- природні умови району (кліматичні, літологічні, орографічні і ін.);
- масштаб і характер порушених земель, виявлених в результаті проведеного обстеження земель та земельних ділянок;
- територіальні схеми і генеральні плани розвитку територій;
- фактичний і прогнозований стан порушених земель до моменту рекультивації (площі, форми техногенного рельєфу, ступеня природного заростання, наявність заскладованої гумусованої маси ґрунтів і потенціал їх родючості, ерозійні процеси, ступінь забруднення ґрунту);
- показники хімічного і гранулометричного складу, агрохімічних і агрофізичних властивостей, інженерно-геологічної характеристики розкривних і вміщуючих порід і їх сумішок у відвалах відповідно до вимог ДСТУ 7906:2015 «Захист довкілля. Придатність розкривних та вміщувальних гірських порід для біологічної рекультивації земель. Класифікація»;
- господарські, соціально-економічні та санітарно-гігієнічні умови району розміщення порушених земель;
- термін використання рекультивованих земель з урахуванням можливості повторних порушень;
- оцінка впливу на навколишнє середовище процесу рекультивації порушених земель;
- збереження і відновлення біорізноманіття;
- екологічні, санітарно-гігієнічні, будівельні, водогосподарські, лісогосподарські та інші нормативи і стандарти;
- плановане цільове призначення і дозволене використання земель та земельних ділянок після їх рекультивації.

Виконання проектних робіт здійснюють з урахуванням видів порушень,

щільності поширення на земельній ділянці, їхньої якісної характеристики, особливостей місцевих умов, тривалості проведення робіт із відновлення ґрунтів, прийнятого напрямку подальшого використання.

Весь комплекс робіт з рекультивації порушених земельних ділянок, згідно проекту, передбачається проведення підготовчого, технічного та біологічного етапів.

На підготовчому етапі виконують такі роботи:

- аналіз матеріалів дистанційного зондування території земельної ділянки (за необхідності і наявності) для виявлення негативних явищ і кризових ділянок;
- польові обстеження з відбором ґрунтових проб для лабораторно-аналітичних досліджень щодо визначення агрохімічних, фізико-хімічних, фізичних властивостей ґрунтів;
- обґрунтування, планування заходів щодо проведення технічного та біологічного етапів рекультивації.
- розробка проектної документації рекультивації земельної ділянки.

Інженерно-технічна рекультивація (технічний етап) передбачає проведення комплексу робіт, спрямованих на підготовку відновлення зруйнованих воєнними діями ділянок територій після завершення бойових дій, які призвели до локального порушення земної поверхні, з метою їх подальшого використання.

На технічному етапі здійснюють підготовку пошкодженої земельної ділянки для подальшого використання шляхом пошарового нанесення в об'єкти рекультивації (вирви, траншеї, бліндажі, інші воєнно-інженерні об'єкти) відповідного шару ґрунтової маси і материнської породи в порядку, який забезпечує найвищу продуктивність відновлюваного ґрунту, дотримуючись послідовності та строків їхнього укладання, що забезпечить мінімальні процеси

усадки, зокрема створення капілярно-перериваючих екранів із потенційно родючих порід у разі наявності в ґрунтовій масі та/або материнській породі токсичних сполук; вирівнювання поверхні рекультивованих ґрунтів; проведення, в разі потреби, протиерозійних, гідромеліоративних і культуртехнічних заходів.

На територіях, порушених у результаті ведення воєнних дій, інженерно-технічна рекультивація передбачає:

- інженерно-технічні заходи з підготовки порушеної території: здійснюють підведення і створення необхідних комунікацій і технічних засобів, облаштовують тимчасові і постійні дороги, за необхідності – будівництво гідротехнічних і інших об'єктів;
- пошук об'єктів для видобутку гумусованої маси ґрунту, за необхідності – облаштування майданчиків для її складування і зберігання;
- вибір технології і технічних засобів для нанесення на підготовлену для рекультивації земельну ділянку;
- транспортування, складування і зберігання гумусованої маси ґрунту у тимчасово створених «земляних» складах (буртах або відвалах);
- за необхідності (за дефіциту гумусованої ґрунтової маси) – розроблення, транспортування, складування і зберігання потенційно родючих розкритих гірських порід і/або порід з меліоративними властивостями (мергельні, карбонатні, гіпсові геологічні відклади).
- формування геометрії товщі (тіла) техноземного ґрунту з виконанням робіт для виположування укосів вирв і виїмок;
- формування рельєфу земельної ділянки залежно від подальшого цільового використання. Грубе, чистове і повторне планування поверхні;
- стабілізацію поверхні земельної ділянки, на якій здійснювали рекультиваційні роботи з нанесення шару ґрунту чи породи. Тривалість періоду стабілізації рекультивованої ділянки залежить від: глибини порушеної товщі; способу формування тіла техноземного ґрунту; характеристик ґрунтової

маси (усадочність, гранулометричний склад, переущільнення). За відсутності необхідної кількості гумусованої ґрунтової маси використовують нефітотоксичні полімінеральні полідисперсні осадові гірські породи, якими засипають вирви, траншеї і інші порушені ділянки.

- ліквідацію наслідків осідання поверхні шляхом здійснення чистових планувань рекультивованої земельної ділянки у пострекультиваційний стабілізаційний період з метою запобігання формування небажаних форм неорельєфу, насамперед, локальних просідань поверхні з утворенням «блюдець»;
- вибір і формування універсальної або спеціальних моделей техноземних ґрунтових тіл залежно від подальшого цільового використання рекультивованих ділянок;
- комплекс меліоративних заходів, спрямованих на поліпшення хімічних і фізичних властивостей ґрунтів рекультивованих ділянок, з яких складається поверхневий шар рекультивованих земель (за необхідності);

Деталізований набір робіт і терміни їх виконання встановлюються робочим проектом рекультивації земельної ділянки відповідно до майбутнього цільового використання.

Роботи на технічному етапі рекультивації проводять у теплий сухий період року.

Найбільш розповсюдженим об'єктом рекультивації у зоні бомботурбації є вирви (кратери) від вибухів снарядів, бомб і ін. зброї, а також прилеглі до них площі, перекриті виверженим матеріалом. Вирви можуть бути різної форми, глибини, діаметру, об'єму, їх рекультивація здійснюється шляхом засипання об'єму вирви субстратами, розташованими насамперед безпосередньо у зоні бомботурбації. Це ділянки, поверхня якої сформована виверженим матеріалом гумусованої ґрунтової маси і (у разі значних глибин) субстратом з материнської гірської породи.

Технологія рекультивації вирв залежить насамперед від їх глибини. Так, вирви глибиною, що не перевищує межі гумусованого профілю, засипають

гумусованою ґрунтовою масою з території, яка безпосередньо знаходиться поряд з вирвою. Так, для заповнення 1 м³ вирви достатньо зняти (перемістити) шар ґрунту у 2–3 см з прилеглої до кратеру площі у 30–50 м².

Вирви, глибина яких перевищує межі гумусованого профілю, рекультивують у два етапи. Спочатку дно вирви засипають субстратом, подібним до материнської породи. Як правило, це потенційно родючі гірські породи згідно ДСТУ 7906:2015. Можливе й використання інших нефітотоксичних дисперсних матеріалів природного або штучного походження з подібними фізичними параметрами, насамперед за дисперсністю (допустиме відхилення $\pm 10\%$ за вмістом фракції «фізичної глини»), які відповідають вимогам до субстратів-ґрунтозамінників.

Верхньою межею відсипки цим субстратом є нижня відмітка гумусованого профілю ґрунту у непорушеному стані. Верхня частина профілю відновлюваного ґрунтового тіла формується з ґрунтової маси, яку використовують з прилеглої території, знімаючи шар не більше 3 см. Для заповнення кожного 1 м³ вирви необхідно перемістити ґрунтову масу з 30-50 м² площі. Цей субстрат складається як з гумусованої ґрунтової маси верхнього горизонту профілю ґрунту, так і з ґрунтової суміші, яка була вивержена і переміщена у результаті бомботурбації. Таке «скальпування» неушкодженого ґрунту суттєво не вплине на рівень його родючості і за виконання відповідних фітомеліоративних і агрохімічних заходів досить швидко оптимізує ґрунтові режими і властивості.

Метою біологічного етапу рекультивації земельних ділянок, ушкоджених бомботурбаціями, є оптимізація властивостей і режимів ґрунту для забезпечення відповідних умов для вирощування відповідного асортименту сільськогосподарських культур з вираженими ґрунтополіпшуючими фітомеліоративними можливостями, застосуванням підвищених норм органічних, мінеральних і бактеріальних добрив, а також сидерації.

Особливості рекультивації земельних ділянок, ушкоджених бомботурбаціями у різних природно-кліматичних зонах України

Технологія рекультивації ушкоджених земельних ділянок суттєво розрізняється у різних природних зонах України. Насамперед це пов'язано з якісними характеристиками ґрунтового покриву, особливостями клімату, асортиментом сільськогосподарських культур, елементами їх агротехнологій і ін. чинниками.

У зоні бойових дій **на Поліссі** (Житомирська, Київська, Чернігівська області) переважають ґрунти підзолистого генезису з неглибоким ґрунтовим профілем, переважно легким гранулометричним складом, низькими запасами гумусу і біофільних елементів, кислою реакцією середовища, низьким бонітетом, специфічним асортиментом сільськогосподарських культур. Рекультивація земельних ділянок, пошкоджених бомботурбаціями з утворенням вирв передбачає їх засипання ґрунтовим матеріалом, відібраним з поряд розташованими ділянками. Враховуючи низьку гумусованість ґрунтової маси не порушених земель, глибина зрізання для отримання субстрату не повинна перевищувати 2 см. Тобто, на заповнення 1 м³ об'єму необхідно зняття ґрунтової маси з площі не менше 50 м². На біологічному етапі для оптимізації ґрунтових характеристик вирощують фітомеліоративні культури (багаторічні бобові трави, сидерацію), вносять органічні і мінеральні добрива у підвищених нормах на 25-30%. Враховуючи низьку усадочність насипних субстратів з піщаних і супіщаних ґрунтів, достатньо 1 -2 планувань поверхні рекультивованих земельних ділянок впродовж наступних 2 років.

У **Лісостеповій зоні** (Сумська, Харківська області) переважають високопродуктивні чорноземні ґрунти (переважно чорноземи типові) з глибоким гумусованим ґрунтовим профілем, високим вмістом гумусу і біофільних елементів, нейтральною реакцією ґрунтового середовища, високою ємністю поглинання, переважно суглинковим гранулометричним складом, високим балом бонітету. Рекультивація сільськогосподарських угідь, пошкоджених бомботур-

баціями залежить від глибини утворених вирв. Якщо глибина вирви не перевищує глибину гумусованого профілю, такі вирви заповнюють гумусованою ґрунтовою масою, відібраною з поряд розташованими ділянками. Такі субстрати мають у своєму складі як матеріал, вивернений у результаті бомботурбації, так і з верхнього шару неушкодженого ґрунту. Для рекультивації використовують субстрати з поверхні прилеглої до вирви території. Враховуючи значну глибину гумусованого профілю чорноземних ґрунтів, глибина зрізання для отримання субстрату може складати 4-5 см. Тобто, для заповнення об'єму вирви 1 м³ достатньо площі 20-25 м².

Глибокі вирви, у яких пошкоджено не лише весь гумусований профіль, а й підстилаюча основа, складена материнською породою, рекультивують у два прийоми. Спочатку днище ями засипають субстратом потенційно родючої гірської породи, подібної до підстилаючої материнської породи, якість якої повинна відповідати ДСТУ7906:2015. Потім їх засипають на 5 см вище рівня поверхні гумусованим матеріалом, відібраним з поряд розташованими ділянками і ущільнюють котками. Глибина зрізання ґрунту для отримання субстрату може складати 4-5 см. Тобто, для заповнення об'єму вирви 1 м³ достатньо площі 20-25 м².

На біологічному етапі для оптимізації ґрунтових характеристик вирощують культури з фітомеліоративними якостями (багаторічні бобові трави, злаково-бобові травосумішки, сидерати), підвищені на 25-30 % норми органічних і мінеральних добрив. Для активізації біологічних процесів здійснюють бактеризацію мікробіологічними препаратами.

У Степу України (Луганська, Донецька, Запорізька, Дніпропетровська, Херсонська, Миколаївська, Одеська області) переважають чорноземні ґрунти (переважно чорноземи звичайні і чорноземи південні) з глибоким гумусованим ґрунтовим профілем (60-70 см), досить високим вмістом гумусу (3-4%) і біофільних елементів, нейтральною і слабо лужною реакцією ґрунтового середовища, досить високою ємністю поглинання, переважно суглинковим і легкоглинистим гранулометричним складом, досить високим балом бонітету.

Як і Лісостеповій зоні, технологія рекультивації угідь, пошкоджених бомботурбаціями залежить від глибини утворених вирв. Якщо глибина вирви не перевищує глибину гумусованого профілю, такі вирви заповнюють гумусованою ґрунтовою масою, відібраною з поряд розташованими ділянками. Такі субстрати складаються як з матеріалу, виверженого при бомботурбаціях, так і з верхнього гумусованого шару неушкодженого ґрунту. Для рекультивації використовують субстрати з поверхні прилеглої до вирви території. Враховуючи досить потужну глибину гумусованого профілю чорноземних ґрунтів, глибина зрізання для отримання субстрату може складати 3-5 см (5-8% від глибини гумусованого профілю) . Тобто, для заповнення об'єму вирви 1 м³ достатньо матеріалу з площі 20-30 м².

Глибокі вирви, у яких пошкоджено не лише весь гумусований профіль, а й підстилаюча основа, складена материнською породою, рекультивують у два прийоми. Спочатку днище ями засипають субстратом потенційно родючої гірської породи, подібної до підстилаючої материнської породи, якість якої повинна відповідати ДСТУ7906:2015. Потім їх засипають на 5 см вище рівня поверхні гумусованим матеріалом, відібраним з поряд розташованими ділянками і ущільнюють котками. Глибина зрізання ґрунту для отримання субстрату може складати 3-5 см. Тобто, для заповнення об'єму вирви 1 м³ достатньо площі 20-30 м².

На біологічному етапі для оптимізації ґрунтових характеристик вирощують агроценози з фітомеліоративними якостями (багаторічні бобові трави, злаково-бобові травосумішки, сидерати), застосовують підвищені на 25-30 % норми органічних і мінеральних добрив. Для активізації біологічного режиму доцільне також використання мікробіологічних препаратів.

З метою запобігання утворення локальних просідань рекультивованої поверхні необхідно здійснювати щорічне планування агротехнологічними прийомами (боронуванням, культивацією, планувальниками) впродовж 3-4 років, доки не відбудеться самоущільнення насипів до показників рівноважної щільності ґрунту.

Технологія рекультивації земельних ділянок сільськогосподарського призначення, на яких були збудовані окопи, бліндажі, земляні склади для зберігання зброї і снарядів, капоніри

Рекультивацію земельних ділянок сільськогосподарського призначення, пошкоджених і зіпсованих у результаті воєнних дій із-за будівництва окопів, траншей, бліндажів, земляних складів, у яких зберігалась зброя і снаряди, здійснюють згідно робочих проектів. Роботи виконуються у безпечний період після завершення бойових дій, проведення розмінування земельної ділянки і надання компетентним органом дозволу на виконання робіт.

Комплекс робіт з рекультивації лінійних споруд мілітарного походження включає такі заходи:

- Очищення земельної ділянки від будівельного і побутового сміття, дерев'яних і інших інженерних конструкцій, інших включень, у т.ч. мілітарного характеру;
- Визначення основних параметрів об'єкту, який підлягає рекультивації (глибина, ширина, довжина, загальний об'єм, необхідна кількість субстратів відповідної якості для засипання траншейних виїмок);
- Визначення джерел видобутку субстратів, необхідних для засипання траншеї (гумусована ґрунтова маса, потенційно родючі гірські породи, інші субстрати природного і/або штучного походження, які можуть бути придатними для формування техноземної конструкції ґрунту і виконувати відповідно до робочого проекту господарські і екологічні функції);
- Визначення якісних характеристик різноякісних субстратів з метою їх гармонізації при формуванні дво- або тришарового ґрунтового профілю технозему.
- Варіанти (сценарії) формування конструкції ґрунтового профілю технозему залежать від його цільового призначення. Якщо об'єкт рекультивації

(окоп) знаходиться поза межами сільськогосподарського поля (у лісових насадженнях, на пасовищах, для інших категорій земель несільськогосподарського призначення), достатньо заповнити його нефітотоксичним, бажано полідисперсним субстратом, перекривши зверху гумусованою ґрунтовою масою або потенційно родючою гірською породою. Глибина цього шару залежить від природно-кліматичної зони і якісних характеристик поширених зональних ґрунтів. Для зони Полісся достатньо сформувати 20-25 см такий шар, для Лісостепу і Степу – не менше 30 см.

- У разі, якщо об'єкт рекультивації (траншеї, окопи, бліндажі, інші виїмки ґрунту) знаходяться в межах сільськогосподарського поля, необхідно виконати комплекс робіт з відновлення ґрунтового покриву з максимально можливим усуненням факторів неоднорідності, які впливають на якість цільового використання земельної ділянки. Насамперед це гумусованість, гранулометричний склад, структурно-агрегатний стан, реакція ґрунтового середовища, ємність вбирання, засоленість, осолонцювання, забруднення важкими металами і іншими токсикантами хімічної і біологічної природи. За формування багат шарової конструкції технозему відхилення цих характеристик субстратів повинно бути в межах $\pm 10\%$.

- У пострекультиваційний період необхідно здійснювати моніторинг рекультивованого об'єкту. Залежно від природно-кліматичної зони і характеристики субстратів, які використовували в процесі створення ґрунтового профілю технозему, впродовж перших років необхідно здійснювати ремонт шляхом планування рекультивованої поверхні (за необхідності, при значних показниках просідання – підсипання гумусованою ґрунтовою масою).

- Тривалість періоду стабілізації поверхні рекультивованої ділянки залежить від: глибини порушеної товщі і характеристики субстратів, які використовували для засипання об'єму виїмок (окопів, бліндажів, земляних складів і ін.). Насамперед це усадочність (просадочність), гранулометричний склад, здатність до ущільнення і розущільнення).

Особливості біологічної рекультивації мілітарно зруйнованих земельних ділянок залежно від природно-кліматичних зон України

Процес біологічної рекультивації земельних ділянок, порушених і ушкоджених від будівництва воєнних фортифікаційних споруд полягає у здійсненні комплексу агротехнологічних заходів, спрямованих на прискорення оптимізації ґрунтових режимів (насамперед водного, повітряного, поживного), фізичних, фізико-хімічних і агрохімічних властивостей, а також біологічного різноманіття. Реалізація цієї мети відбувається шляхом запровадження фітомеліоративних сівозмін з максимально можливим насиченням бобовими рослинами, вирощуванням сидеральних культур, внесення підвищених норм мінеральних і органічних добрив, застосування біопрепаратів, використання нетоварної частки фітомаси культурних рослин у якості органічних добрив. Виконання такого комплексу заходів створить умови для вирощування рекомендованого для конкретної природно-кліматичної зони асортименту сільськогосподарських культур. Перевагу слід надавати агроценозам з вираженими ґрунтополіпшуючими фітомеліоративними можливостями.

Для **зони Полісся** у якості рослин-фітомеліорантів доцільно використовувати бобові: люпин, конюшину, галегу, лядвенець та інші. Для **Лісостепової** зони – люцерну, конюшину, козлятник східний, буркун білий, лядвенець і ін. Для Степу рекомендовані такі фітомеліоранти: люцерна, еспарцет, буркун білий, буркун лікарський, козлятник. Ефективним є вирощування багаторічних полікомпонентних бобово-злакових травосумішок.

Асортимент сидеральних культур для біологічної рекультивації мілітарно порушених земель сільськогосподарського використання не відрізняється від зональних рекомендацій для непорушених земель усіх природно-кліматичних зон України.

Особливості рекультивації земельних ділянок, на яких були споруджені капоніри

Рекультивація земельної ділянки, на якій були споруджені *капоніри* (фортифікаційні земляні обвалування) для захисту воєнної техніки має свою специфіку, адже об'єктом рекультивації є не лише виїмки ґрунтової маси для будівництва земляних валів, а й земляні насипи різних параметрів за висотою і площею. Для будівництва капонірів, як правило, використовують земляний субстрат, який складається з технічної гетерогенної суміші ґрунтової маси (у т.ч. гумусованої) й підстилаючої ґрунт гірської материнської породи. Ці субстрати видобували із земельної ділянки, яка, як правило, знаходиться поряд з будівництвом капонірів. Тобто, земельна ділянка, яка підлягає рекультивації має як від'ємні форми рельєфу (виїмки ґрунту і підстилаючої материнської породи), так і насипи.

Суть рекультивації капонірів полягає у переміщенні механічними засобами субстрату земляних валів на територію, з якої вони знімалися при будівництві. Звичайно, новосформований рельєф і ґрунтовий профіль буде суттєво відрізнятися від непорушеного ґрунту, що потребує спеціальних меліоративних прийомів. Якість (родючість) таких ґрунтів буде суттєво гірша, ніж на непорушених землях і навіть на землях, рекультивованих від бомботурбацій. Адже для формування верхнього шару техноземного ґрунту при рекультивації вирв використовують верхній родючий шар непорушеного ґрунту, а для рекультивації земельної ділянки, на якій були збудовані капоніри – суміш субстратів з переважанням материнської гірської породи.

Територія капонірів, де знаходилась військова техніка, з великою ймовірністю забруднена паливо-мастильними матеріалами, залишками вибухових речовин, іншими небезпечними речовинами. За наявності ознак забруднення необхідно здійснити спеціальні заходи із знезараження земельної маси ділянки відомими фізичними, хімічними і біологічними методами.